

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA
SOCIAL**

***INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - (1956-2000)
Um estudo de caso à luz da história da ciência, da tecnologia e da cultura
brasileira***

Ana Maria Pinho Leite Gordon

***Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras
e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em História***

Área: História social

Orientador: Prof. Dr. Shozo Motoyama

São Paulo
2003



IPEN (1956 – 2003)

✍ **NÚCLEO DO REATOR IEA-R1**

✍ **RADIAÇÃO DE CERENKOV**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA
SOCIAL**

***INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - (1956-2000)
Um estudo de caso à luz da história da ciência, da tecnologia e da cultura
brasileira***

Ana Maria Pinho Leite Gordon

***Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras
e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em História***

Área: História social

Orientador: Prof. Dr. Shozo Motoyama

São Paulo
2003

FICHA BIBLIOGRÁFICA

Gordon, Ana Maria Pinho Leite

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP). Um Estudo de Caso à Luz da História da Ciência, Tecnologia e Cultura do Brasil.

520 p

Tese (Doutoramento) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Humanas. Departamento de História. Área de História Social.

1. Ciência e Tecnologia no Brasil. História da Ciência e da Tecnologia. Energia Nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

**A sabedoria clama nas ruas,
Eleva sua voz na praça,
Clama nas esquinas da encruzilhada,
À entrada das portas da cidade ela faz ouvir
sua voz:**

Prov.1. 20-21

**Ao meu maravilhoso e amado filho pelo seu crescimento, paciência e amor.
À memória do meu pai por tudo que sonhou e passou para mim.
À minha mãe pelos seus cuidados e carinho.
Aos meus quatro irmãos (Gabriela, Jane, Sandra e Paulo Roberto) pelos ensinamentos.**

AGRADECIMENTOS

Ao Helio Julio Gordon e ao professor Doutor Simão Matias, que me ensinaram nas discussões e conversas informais a arte de viver.

Ao meu orientador Professor Doutor Shozo Motoyama pela orientação. Agradeço ainda imensamente as horas de discussões, com a paciência que lhe é peculiar, ensinando-me a ver além do primeiro plano em um clima professoral e tranqüilo.

Ao Doutor Claudio Rodrigues pela oportunidade única que me foi dada de realizar a pesquisa.

Ao professor Doutor José Roberto Rogero por ter me recebido no seu Departamento com amabilidade e desprendimento.

Aos amigos Professor Doutor. Afonso Rodrigues de Aquino e a Doutora. Martha Marques Ferreira Vieira pelo incentivo, sem os quais não teria chegado ao fim. Dois exemplos inestimáveis de solidariedade.

Aos amigos que sempre me apoiaram e incentivaram, sobretudo à querida Nena (Doutora. Isolina Penin dos Santos) e ao Gian (Doutor Gian Maria A. A. Sordi).

Também aos amigos que torceram por mim, e despenderam horas me auxiliando com leituras e sugestões valiosas. Não poderia deixar de mencionar o professor Edson.Emanoel Simões, Doutor Gabriel Maluf Farhat, Doutora Joselene de Oliveira, Doutor James Roberto Silva, Sandra Pinho Leite, Doutora Jane Maria Leite da Rocha, Otávio Augusto Leite da Rocha, Doutor. Francisco Assiz de Queiroz.

Aos entrevistados que pacientemente relataram suas experiências na Instituição.

Aos que forneceram material para o trabalho e, em especial, as fotos para a iconografia.

Um agradecimento importante, ao Doutor Luiz Carlos Raphaelli que me incentivou nos momentos mais difíceis sem nunca poupar esforços.

À Doutora Ilka Zanini, amiga e profissional com a sua sabedoria, dom de Deus.

Ao professor Doutor Gildo Magalhães dos Santos Filho pela sua argúcia em nos mostrar, com suas aulas, seminários e conversas, que nem sempre a vida é um caminho reto e muito mais, que devemos continuar.

Ao meu filho que sempre esteve ao meu lado.

Ao IPEN, Instituição que me fez apreciar tudo isso.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
M. C. ESCHER –PRINT GALLERY	XIII
INTRODUÇÃO – TEMA ABORDADO	1
OBJETIVO	47
PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	55
CAPÍTULO I - UM OLHAR PARA O IPEN DENTRO DA ESCRITA DA HISTÓRIA E DO MUNDO EM QUE VIVEMOS	66
CAPÍTULO II - A CULTURA DO IPEN	81
CAPÍTULO III - A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA CIÊNCIA NO BRASIL E O IEA	128
CAPÍTULO IV -. REATOR NUCLEAR E BOMBA NUCLEAR - IMAGENS CONFUSAS (JUÍZOS DE VALOR).	140
CAPÍTULO V - ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA ÁREA NUCLEAR E A INSTITUIÇÃO (ENFOQUE HISTÓRICO –ESTRUTURAL)	167
V.1 -. SITUAÇÃO BRASILEIRA ANTERIOR À CRIAÇÃO DO IEA – RAÍZES	167
V.2 - LIBERAÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR PARA FINS PACÍFICOS. CRIAÇÃO DO IEA (NOVAS TENDÊNCIAS)	197
✍ a. PANORAMA INTERNACIONAL –MUDANÇAS TÁTICAS	197
✍ b. PANORAMA NACIONAL – ENTUSIASMO E NACIONALISMO	198
V.3 - GOVERNOS MILITARES E A INSTITUIÇÃO ATÉ A CRISE DO PETRÓLEO	238
V.4 - ENERGIA NUCLEAR PÓS - CRISE DO PETRÓLEO	275
✍ a. PANORAMA INTERNACIONAL	275

✍ b PERSPECTIVA BRASILEIRA	279
JOSEPH WRIGHT – UMA EXPERIÊNCIA COM UMA BOMBA DE AR	383
CONCLUSÃO	384
CONSIDERAÇÕES FINAIS	400
ANEXOS	405
I. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A RADIAÇÃO NATURAL	405
II. IEA/IPEN. DATAS, EVENTOS E FEITOS – UMA CRONOLOGIA	407
III. REATOR IEA – R1	436
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	438
ICONOGRAFIA	486

RESUMO

Analizamos um período da história contemporânea brasileira, refletindo sobre a relação existente entre ciência, tecnologia (C&T) e cultura, em um país em desenvolvimento, optando por um estudo de caso, a saber, a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

A história de C&T não se resume à descrição de sucessivas descobertas realizadas por homens engenhosos. É, sim, o produto de um momento histórico, sendo fruto do acúmulo de conhecimentos aliado às relações humanas de produção e à cultura da sociedade. Na realidade, o cérebro humano e a sociedade caminham juntos de mãos dadas e não podem ser separados.

Em nosso estudo reconstruímos as etapas do surgimento do IPEN, inserimos suas realizações, no conjunto da política nacional para a área nuclear e pesquisamos como a história de tal política se constitui em uma resposta dos órgãos governamentais à situação mundial. Divulgamos as idéias científicas e os feitos tecnológicos da Instituição, recorrendo à série de trabalhos internos e aos depoimentos dos pesquisadores recolhidos especialmente para a pesquisa.

Efetivamente, a Instituição desenvolveu a tecnologia do ciclo do combustível, hoje fornece radioisótopos para a área médica tanto para diagnóstico quanto para tratamento, proporcionando economia de divisas para o país. Nas mãos dos pesquisadores da Instituição, as técnicas nucleares são uma ferramenta importante de análises de níveis de radioatividade no meio ambiente, estudos genéticos, danos de radiação, etc. Ao lado destas, outras técnicas convencionais, como desenvolvimento de lasers, célula a combustível, corrosão, etc, estão sendo utilizadas como fruto da competência adquirida ao longo dos quase cinquenta anos de existência do Instituto.

Individualizamos duas fortes correntes de política para a área nuclear no país, mas somente uma delas, a nacionalista da época do Almirante Álvaro Alberto, teve representação na Instituição, a despeito do Programa Átomos para a Paz, que propiciou a vinda da Célula Mater do Instituto – Reator IEA-R1. Aquela influência apareceu transformada pelas características culturais da Instituição e resistiu até a década de noventa. A partir daí, o vetor globalização, que tomou conta do mundo, com todas as suas distorções, fincou o pé, parcialmente, nos projetos do Instituto.

No entanto, traços culturais do IPEN não permitiram que os objetivos se voltassem unicamente para o que ficou conhecido como neoliberalismo. A inexistência de apoio às pesquisas, na área nuclear, não desarticulou os pesquisadores. Eles fizeram uma opção, dentro da nova ordem mundial de direcionar a missão da Instituição para a prestação de serviços. Esta escolha não foi de todo benéfica, mas permitiu que a competência adquirida não se perdesse. O sonho inicial dos precursores, desenvolver tecnologia para o bem estar humano e o progresso do país, sobreviveu, não obstante os diferentes objetivos daqueles existentes, quando da criação do IEA. Finalmente, face à nova orientação para desenvolvimento de C&T em países como o Brasil, propusemos algumas idéias de incentivo governamental que possam atender às necessidades da sociedade brasileira.

ABSTRACT

We analysed a period of the contemporary Brazilian history with the aim to discuss the inter-relationship existent between science, technology (C&T) and culture in a developing country, showing as a background for a case of study the history of the “Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares”.

The history of Science and Technology, as a result of the human brain ability of innovate using the resources offered by nature, it is not only the description of successive findings carried out by talented men. It is a reflex of determined age of history as a consequence of accumulated knowledge connected also to human and cultural relationships, which together leads to the scientific and technological progress. In fact, the human brain and society march along together and can not be separated in this journey.

In our study we recovered the initial steps of IPEN’s outbreak; inserted its achievements in the context of the national policy for nuclear technology and evaluated how this policy was a reply of the governmental organizations to the worldwide situation. Finally, we spread the scientific ideas and technological findings of this institution, who has translate much of the life stile and culture of our society. For this purposes, we analysed internal technical report series elaborated by several researchers and few testimonies.

The Institution developed the fuel cycle technology, supplied radioisotopes for medical diagnosis and treatment purposes, generating economic resources for our country. The nuclear techniques are a relevant tool for researchers of this Institution applied for several purposes, including the assessment of the radioactivity levels in the environment, radioprotection, etc. Besides those applications, other techniques including the laser technology, the fuel cell, corrosion studies, etc, were implemented as a result of the improved capabilities and skills acquired during the almost 50 years of the Institute’s existence.

We make evident two strong currents for the national nuclear technology policy, but only one of those, the nationalist policy of the admiral Álvaro Alberto, disseminated before the institution creation, had representativity in IPEN, despite of the Program “Atoms for Peace”, which aimed to the arrival of the Institute Mater’s Cell – the Research Reactor IEA-R1. Obviously, its influence appeared modified by the cultural characteristics which ruled the Institution and braved resisted until the 1990’s. From then on, the vector globalization influenced the institute projects. However, the strongest IPEN’s culture developed so far did not allow the Institute to direct its goals to the neoliberalism. The lack of governmental financial support on projects performed in the field of the fuel cycle did not unarticulate the researchers. They made an option, inside the new world perspective, pushing ahead the Institution’s mission and offering services to the society. This chose was not completely profitable, but allowed that all the capabilities and skills adquired were not lost. The initial dream of nuclear technology development for human well-being and the country progress still survive inside the Institution, although with different goals from its conception. Last, facing the new orientation for the development of C&T in countries such as Brazil, we proposed few alternative ideas of governmental encouragement in order to assist Brazilian society needs.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS MAIS UTILIZADAS

ABC – Academia Brasileira de Ciências
AEC – Atomic Development Authority
AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (antes BNBE)
CAC – Centro de Aceleradores Ciclotron (IPEN)
CBM – Centro de Biologia Molecular (IPEN)
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CBTN – Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (após 1974 sendo Nuclebrás)
CCN – Centro do Combustível Nuclear
CCTM – Centro de Ciência e Tecnologia dos Materiais (IPEN)
CEME – Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos
C&E – Cientistas e Engenheiros
CEN – Centro de Engenharia Nuclear (IPEN)
CIETEC – Centro Incubador de Empresas Tecnológicas
CLA – Centro de Lasers e Aplicações(IPEN)
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq – Conselho Nacional de Pesquisas (até o Governo Médici).
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (após 1974)
COPESP – Coordenadoria de Projetos Especiais (atual CTM)
CPG – Comissão de Pós-Graduação
CQMA – Centro de Química e Meio ambiente (IPEN)
CR – Centro de Radiofarmácia (IPEN)
CRPq – Centro de Reator de Pesquisa (IPEN)
CTM – Centro Tecnológico da Marinha
CTR – Centro de Tecnologia das Radiações (IPEN)
CSN – Conselho de Segurança Nacional
C&T – Ciência e Tecnologia
DNPM – Departamento Nacional de Pesquisas Minerais
DPD – Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (CNEN)

DUA – Diuranato de Amônio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEA - R1 – Reator Nuclear de Pesquisa Instalado no IPEN

IPEN-MB01 – Reator Nuclear Instalado no IPEN e Construído em Parceria IPEN/Marinha do Brasil

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FFLCH – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas

FUPs – Fundos Universitários de Pesquisa para a Defesa Nacional

IEA – Instituto de Energia Atômica (atual IPEN)

IEN – Instituto de Energia nuclear

IFUSP – Instituto de Física da Universidade de São Paulo

INB – Industrias Nucleares Brasileiras (sucedeu a Nuclebrás)

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

JK – Juscelino Kubitschek

KFA – Kernforschungszentrum Karlsruhe

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia

MME – Ministério de Minas e Energia

NUCLEBRÁS – Centrais Elétricas Nucleares S/A

OEA – Organização dos Estados Americanos

ONU – Organização das Nações Unidas

PADCT – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

POLI (USP) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PROCON – Projeto Conversão

PRONEX – Programa Nacional de Excelência

PWR – Pressurized Water Reactor

Pub IEA – Publicação IEA

Pub IPEN – Publicação IPEN

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SMT – Substrato Mental e Técnico

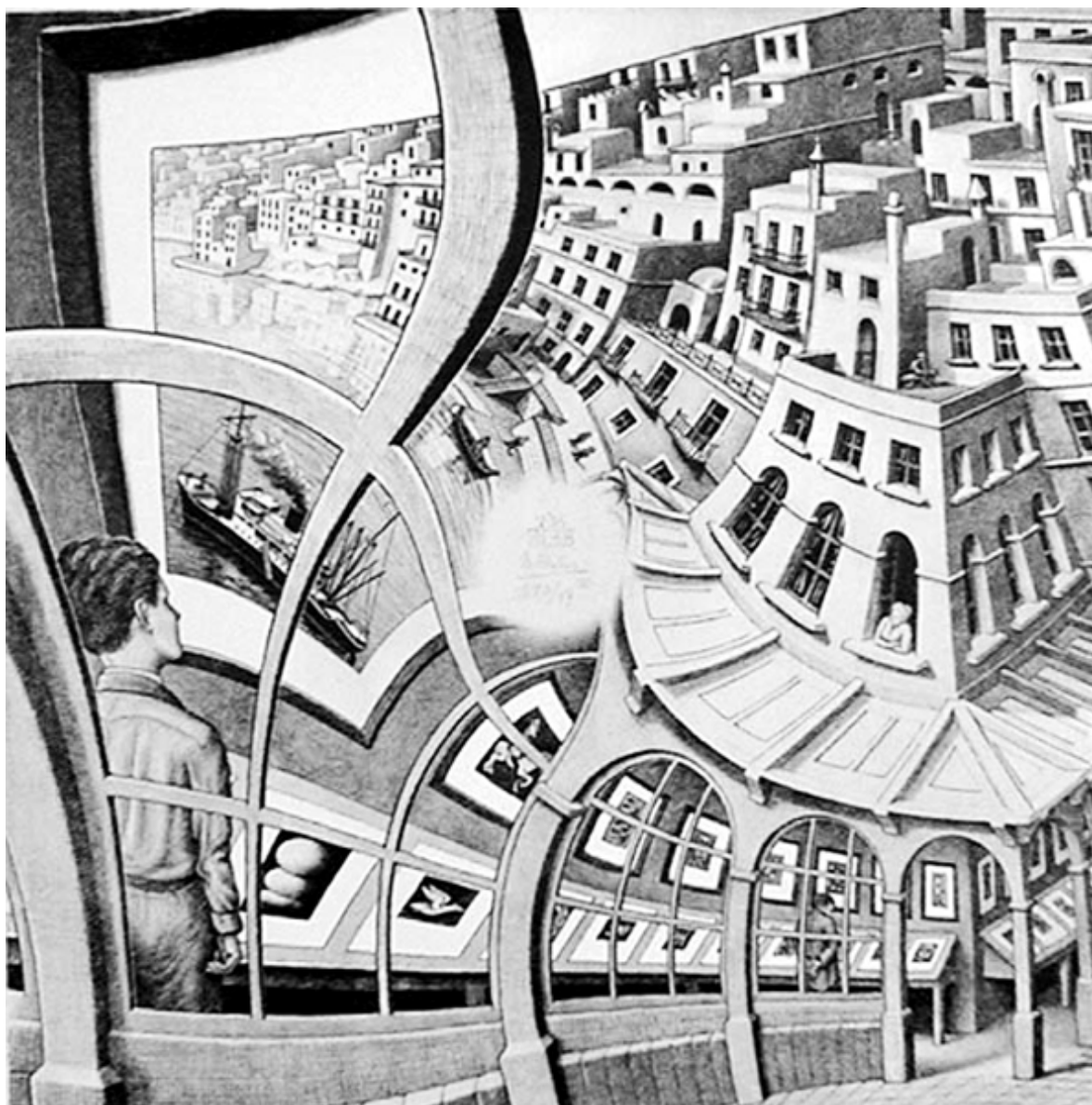
TNP – Tratado de Não Proliferação Nuclear

UF₆ – Hexafluoreto de Urânio

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

USP – Universidade de São Paulo

UNSCEAR – United Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation



M. C. ESCHER: PRINT GALLERY, 1956

**FONTE: BENEDIKT TASCHEN VERLAG GmbH, KÖLN
TASHEN POSTCARDBOOK**

UM PONTO SINGULAR E SUA VIZINHANÇA. O QUADRO, O MUSEU E O OBSERVADOR.

Introdução – tema abordado

*Porque quando vi dar entendimento
Às coisas que o não tinham, o temor,
Me fez cuidar que efeito em mim faria.
Conheci-me não ter conhecimento;*

Canção, Luís de Camões¹

Vamos nos ocupar com a problemática da inserção do Brasil na era da tecnologia nuclear, realizando um estudo de caso. Em particular procuraremos analisar a inter-relação existente entre ciência, tecnologia e desenvolvimento, num país “em desenvolvimento”, e como esse processo se refletiu na produção do atual Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP) que foi criado em 1956 com o nome de Instituto de Energia Atômica (IEA).

Em suma, apresentamos os resultados obtidos e a conclusão da pesquisa realizada sobre a história do IPEN que se intitula: “Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - (1956 - 2000). Um estudo de caso à luz da história da ciência, da tecnologia e da cultura brasileira²”.

Quando começamos a pesquisar sobre o IPEN sentimos uma enorme ausência de informações que estivessem catalogadas em arquivos das diferentes secretarias, nas unidades do IPEN. Temíamos que a história da Instituição tivesse sido enterrada com aqueles que já haviam partido³.

¹ Camões, Luís de, Versos e algumas prosas, Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulberkian (organizada e executada por Moraes Editores); 1977, p.93. Aproveitamos esta primeira nota de rodapé para observar que a usaremos sempre que for necessário fazer: referências a autores ou títulos de publicação, complementos e observações correlatas ao texto principal e também desvios deste mesmo assunto, quando relevante e para esclarecimentos de termos técnicos etc.

² A idéia é realizar uma análise que possa reter certos momentos como se fossem únicos e ao mesmo tempo ver como se movimentam trazendo novas orientações e perspectivas. Quando olhamos o IEA no momento da sua criação temos uma impressão que é a verdade do momento, mas que se dilui com o passar do tempo quando novas variantes surgem. Inicialmente analisamos a estrutura da Instituição e projetamos perguntas e quiçá respostas. Com a continuidade das reflexões temos um movimento que é a história da Instituição.

³ Temos alguns importantes exemplos de pesquisadores que já faleceram como o Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni, um dos superintendentes da Instituição (19/02/1963 – 04/06/1979); Dr. Ivo Jordan, um dos pioneiros no trabalho com ultracentrífugas no Brasil; Dr. José Moura Gonçalves que, a convite do professor Pieroni, trabalhou na área de radiobiologia nos anos setenta; Dr. José Américo Andreatta que gerenciou o Projeto Conversão (PROCON) no IPEN – convênio do ministério de Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo, para produção de hexafluoreto de urânio –, na primeira metade dos anos oitenta do governo João Figueiredo (15/03/1979-15/03/1985). A decisão do projeto foi instada ainda no governo de Ernesto Geisel (15/03/1974-15/03/1979). Andreatta gerenciou o projeto até sua morte, quando então foi substituído, na segunda década dos anos oitenta, pelo Dr. Wagner dos Santos Oliveira, pesquisador do IPEN exercendo o cargo, na época, de gerente de processos, nesse mesmo projeto.

Como a Instituição “sofreu” algumas mudanças estruturais, ao longo dos seus anos de existência, e suas secretarias foram ora se dividindo ora se agrupando, muitos dos documentos foram perdidos – faltava a tradição de preservar a memória científica⁴.

Outra agravante é a questão do espaço previsto para algumas secretarias que, pela suas dimensões, não conseguem arquivar a documentação gerada por mais de três a cinco anos. Como a Instituição não apresenta, até o momento, um arquivo geral⁵ (administrativo e histórico, relativo à ciência e à tecnologia produzidas), os documentos acabam sendo selecionados, ocasionando, por vezes, o seu descarte e outros retornam para os pesquisadores que os conservam ou não⁶.

Acreditamos que temos uma fraca tradição em preservar a nossa história – observemos o que ocorreu com os casarões que se localizavam na avenida Paulista, em São Paulo⁷.

A Instituição possui uma experiência razoável para criar um arquivo e até um museu, retratando a história da energia nuclear no Brasil desde o seu advento e, a sua própria opção dentro dessa história. No entanto, isso ainda não foi executado. Um arquivo bem organizado auxiliaria aos pesquisadores planejarem e desenvolverem futuros trabalhos, com objetivos mais sólidos do que aqueles provenientes do modismo⁸ ou da divisão

⁴ Termo amplo, mas que, para nós, significa todas as atividades da Instituição que levaram à aquisição de conhecimento formalizado ou não.

⁵ Na Instituição foi implantado recentemente um sistema de sugestão. Todas as pessoas que mantêm algum tipo de vínculo com o IPEN podem participar enviando sugestões que são encaminhadas para análise. Após avaliação segue-se, por meio de um critério pré-estabelecido, uma pontuação onde, posteriormente, os proponentes melhores classificados no ano recebem como incentivos alguns prêmios. Isso foi introduzido na gestão administrativa do Dr. Edson Roman. É um meio de se detectar as melhorias requeridas pelos servidores e de melhorar a máquina administrativa fazendo parte de uma nova forma de gestão implantada no final dos anos noventa. Aproveitamos a oportunidade para sugerir a implantação de um arquivo central para o IPEN nos moldes daquele existente, por exemplo, no IPT.

⁶ Em recente conversa informal, com um dos pesquisadores entrevistados, este relatou mais de uma vez que, na ocasião em que se mudou de uma casa, relativamente grande para um apartamento menor, não teve como preservar todos os documentos relativos a sua vida na Instituição. Entre os documentos perdidos estão as atas do Conselho Deliberativo da Instituição, que guardava, do período em que era um dos conselheiros.

⁷ Os casarões construídos no início do século XX que foram, em sua maior parte, substituídos por edifícios que representam um novo período histórico de São Paulo – o grande capital financeiro do país. “Em 1890, Joaquim Eugênio de Lima e mais dois sócios adquiriram parte da Chácara do Capão (...). No auge do café, foram construídos na avenida Paulista (**inaugurada em 08/12/1891**) magníficos palacetes, em meio a verdadeiros parques particulares. (...) Durante muitos anos a avenida Paulista foi artéria tipicamente residencial, sendo proibida a construção de prédios de apartamentos. Lei de 1952 veio permitir que nessa avenida fossem erguidas edificações de cunho assistencial-hospitalar, educacionais, órgãos de imprensa e televisão, além de cinemas e teatros. Posteriormente, a permissão foi estendida a estabelecimentos comerciais, escritórios, etc.”. Porto, Antônio Rodrigues (1997). História da cidade de São Paulo através de suas ruas. Página 134-135. Imaginemos se hoje, século XXI, no lugar do Museu de Arte de São Paulo (MASP) construíssemos um conjunto futurista para abrigar um novo complexo de televisão. Qual não seria a perda para a população de São Paulo, para a avenida Paulista. O que diriam os nossos netos?

⁸ Sobre tudo aqueles que são cópias (graças à ânsia de estar no “topo” científico) do que é feito nos países desenvolvidos, seguindo os temas que são publicados nas revistas internacionais mais qualificadas. Muitas vezes não teremos condição de terminar a pesquisa, pois, no exterior, normalmente os resultados são obtidos mais rapidamente do que os nossos A

internacional do trabalho científico. É comum que o pesquisador sinta orgulho e alegria por estar fazendo a “pesquisa de ponta”, sem avaliar suas reais condições. Talvez ele conseguisse maiores vitórias explorando outros temas. Enfim, isso é muito difícil de ser avaliado e uma documentação institucional organizada poderia ser uma bússola que orientasse o pesquisador quanto ao tema escolhido, desde que também respeitasse as preferências e aptidões individuais, pois elas realmente são um contraponto para a definição do tema de pesquisa.

Esse arquivo também seria útil para a elaboração de relatórios que servissem de suporte para o planejamento de pesquisas científicas e tecnológicas⁹, embora saibamos que isso requer uma re-educação dos nossos hábitos e uma grande disciplina.

É muito difícil a escolha do que deve ou não ser preservado. É impossível conservar toda a documentação gerada em uma instituição, devido ao grande volume a ser manuseado, espaço físico, verba, tanto quanto pelo fato de que muitos documentos, gerados por computador, são modificados todos os dias (fax, ofícios, correspondência entre pesquisadores via e-mail) e nem sempre são guardados em arquivos eletrônicos. Por sua vez, mesmo para o historiador ou arquivista a tarefa não é fácil. O interesse e a abordagem da história são dinâmicos e temporais. O que pode ser importante hoje, amanhã talvez tenha menos importância e vice-versa.

Em instituições diferentes os valores também mudam. Um trabalho realizado em um instituto de pesquisa tecnológica, como o IPEN, por exemplo, pode não apresentar o mesmo interesse para um pesquisador do IPEN ou outro instituto congênere aos olhos de um físico teórico da universidade – os temas de pesquisa são, normalmente diferentes, e assim os valores¹⁰ do dia a dia também. No IPEN, especialmente nos dias atuais, a prestação de serviços possivelmente não passaria pelas intenções de um físico teórico e,

verba investida e o número de pesquisadores envolvidos são maiores nos países desenvolvidos. Também faremos mais adiante um adendo à questão da divisão internacional do trabalho no início do século XXI.

⁹ No Brasil, e particularmente no IPEN, há uma enorme dificuldade em se conseguir os documentos procurados. Quando eles existem, muitas vezes estão “apinhados” em salas fechadas e não climatizadas, com infiltrações de água que deterioram a documentação até a impossibilidade de recuperação. Citamos como exemplo uma tentativa de recuperar um ofício CNEN/SP datado de 13/07/1989 e com número 478/07-89 que trata de um importante acontecimento ocorrido no final de 1989 envolvendo o IPEN e a antiga Coordenadoria de Projetos Especiais do Ministério da Marinha (COPESP*) atual Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) – ficou conhecido informalmente entre os pesquisadores de “Operação Tambor” –, e quando tentávamos localizá-lo a resposta era sempre a mesma: “fizemos uma seleção dos documentos e este foi descartado”. Tivesse a Instituição um arquivista, treinado para selecionar o que é importante para a memória da Instituição isso provavelmente não teria acontecido.

* A COPESP foi criada pelo decreto número 93439 de 17/10/1986 e sua denominação foi alterada em 1995.

¹⁰ Mais adiante, em outro capítulo, falaremos dos valores da Instituição.

um dos muitos exemplos é a calibração de detectores que assume um caráter de pesquisa. A Doutora Linda Viola Ehlin Caldas¹¹, que chefia a Diretoria de Segurança Radiológica do IPEN, lidera um grupo de desenvolvimento de câmaras de ionização, desde o final da década de setenta. No grupo (Laboratório de Calibração de Instrumentos) temos, entre outros pesquisadores, a Doutora Maria da Penha Albuquerque Potiens que também presta serviços de calibração de detectores para a indústria, hospitais, clínicas, universidades e institutos de pesquisa¹².

A escolha do que preservar não é infalível, mesmo quando temos alguém capacitado para a tarefa. Não obstante, os erros são minimizados se há uma orientação para a preservação da memória, quando realizada por uma pessoa com formação e treinamento adequado para evitar os erros mais comuns.

O IPEN, embora não tenha completado cinquenta anos, teve grande parte da documentação perdida por falta de uma cultura centrada na importância da preservação histórica do país, a despeito dos grandes historiadores que se movimentam na nossa vida nacional.

Recorremos aos depoimentos¹³, que foram uma ferramenta para desenvolvermos nossa tese. Os trabalhos científicos foram utilizados como uma fonte primária¹⁴.

¹¹ “A prestação de serviços com qualidade só é possível porque existe um trabalho de pesquisa e desenvolvimento muito forte na área explica Linda Caldas* (...). Apenas nos três últimos anos foram concluídas nessa área oito dissertações de mestrado e três teses de doutoramento”. *Órbita ipen. Laboratório calibra instrumentos que medem radiações ionizantes. Set/out (2001). Ano 1, número 6, página 5.*

* Doutora Linda Caldas Diretora de Segurança Nuclear no PEN e pesquisadora no Instituto desde a década de setenta. “Iniciei as minhas atividades no IPEN (IEA) em 1970, aluna do terceiro ano de graduação do IFUSP, como bolsista de iniciação científica, da FAPESP, sob a orientação do Dr. Michael R. Mayhugh, no grupo de Física do Estado Sólido, chefiado pelo professor Doutor Shiguelo Watanabe, que havia vindo ao IEA para montar um grupo de dosimetria das radiações, a convite do Superintendente, professor Rômulo Ribeiro Pieroni”. Depoimento via e-mail da Doutora linda V. E. Caldas.

¹² “Todas as atividades envolvendo o uso das radiações precisam ser monitoradas. (...). Os instrumentos usados para realizar esse controle precisam estar devidamente calibrados e rastreados. (...). Segundo norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), uma vez ao ano equipamentos como monitores portáteis da radiação devem ser calibrados”. *Órbita Ipen. Laboratório calibra instrumentos que medem radiações ionizantes. Set/out 2001. Ano 1, número 6, página 4.*

¹³ Transcrevemos inúmeras vezes trechos dos depoimentos, ainda que, contraditórios entre si. Em alguns casos colocamos adendos nossos, entre parêntese e em negrito. Este recurso é útil, mas deve ser usado com cuidado. Não podemos evitar que nos depoimentos os entrevistados confundam datas, nomes e que façam “leituras” próprias do seu papel e dos seus colegas que passaram pela Instituição.

¹⁴ Existem diversas tradições históricas e correntes de pensamento que discutem as possibilidades do uso de depoimento na história. Não estamos fazendo, neste trabalho, o que ficou conhecido como “história oral”, no entanto, antes de nos situarmos sobre a metodologia que usamos, lemos algumas obras interessantes sobre o tema. Citamos algumas que nos auxiliaram a realizar e analisar os depoimentos: Ferreira, Marieta de Moraes; Amado, Janaína. (2001). Usos e abusos da história oral, Ferreira, Marieta de Moraes; Fernandes, Tânia Maria; Alberti, Verena-orgs (2000). História oral - desafios para o século XXI. Queiroz, Maria Isaura Pereira de (1983). Variações sobre a técnica de gravador no registro da informação viva. Le Goff, Jacques (1996). História e memória. Silva, Marcos A. da – org (S/d). Repensando a história. Meihy, José Carlos S. Bom (1996). Manual de história oral. Burke, Peter (organizador). A escrita da história.

Sabemos que os pesquisadores que vivenciaram a criação do IEA, na ativa ou aposentados, podem oferecer pedaços dessa história, através da memória que restou dos caminhos percorridos na elaboração dos seus trabalhos. Esta memória está emaranhada com as emoções, coragem e dedicação. Um bom exemplo foi quando entrevistamos o Almirante Othon, ex-coordenador da antiga COPESP, que nos relatou os contatos mantidos, na época do cognominado “projeto paralelo”, para convencer os pequenos industriais a confeccionar as peças necessárias para o bom andamento do projeto. Até então tínhamos uma vaga idéia desse relacionamento com a indústria e supúnhamos que o projeto tinha sido muito mais “fechado” do que realmente foi¹⁵. O mesmo se deu com a entrevista realizada com o Dr. Wagner dos Santos Oliveira, que nos esclareceu a enorme participação do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e da UNICAMP (Universidade de Campinas), no projeto acima referido, que abordaremos longamente em outro capítulo. Muitos outros exemplos nos esclareceram que, embora não houvesse uma infra-estrutura industrial para atender uma demanda muito pequena do Instituto, os pesquisadores individualmente recorreram à indústria e na maioria das vezes foram atendidos.

Os depoimentos não foram por nós trabalhados isoladamente, mas sim analisados no contexto dos documentos escritos. A pesquisa é histórica e pretendeu confrontar os diferentes depoimentos e os documentos analisados, buscando os resultados que tenham consonância com os objetivos da tese, que serão especificados no segundo capítulo. Considerando esta abordagem, a seleção das pessoas entrevistadas é do tipo intencional¹⁶. A escolha teve por base a área de atuação do pesquisador. Inicialmente pedíamos para o entrevistado fazer um resumo da sua carreira e a seguir fazíamos perguntas previamente elaboradas e outras que surgiam, à medida que ele falava. As perguntas, que foram elaboradas previamente, diziam respeito à experiência dos pesquisadores, sendo assim, a análise do relato de cada um não segue um padrão que possa ser analisado em grupo e não fizemos análise estatística das respostas.

¹⁵ “Me lembro que tinha uma pequena indústria do Senhor Piramo (...) tinha uma válvula especial para a ultracentrífuga que nós não tínhamos capacidade de fazer, muito pequena (...). Ele não era engenheiro, mas um técnico muito bom e sabia fazer a válvula. Dei a encomenda para ele. (...) era um compromisso enorme porque ia haver a inauguração com dois presidentes de República – Sarney (**José Sarney presidente do Brasil de 1985 a 1989**) Alfonsín (**Raúl Alfonsín presidente da Argentina eleito em 1983**) – por isso uma enorme pressão. (...) E ele cumpriu o prazo”. Almirante Othon Pinheiro da Silva entrevista gravada em 02/12/2002. no último capítulo voltamos a falar desse desenvolvimento quando relatamos a experiência, na Instituição do Doutor Paulo Rela.

¹⁶ Não devemos tomar, nesse caso, a palavra intencional em um sentido subjetivo. Queremos dizer que não tínhamos, embora tenhamos entrevistado mais de trinta pessoas, uma amostragem significativa, pois as perguntas eram diferentes devido às diferentes áreas de pesquisa de cada entrevistado.

Resolvemos delimitar as fontes primárias utilizadas. Recorremos à série de publicações IEA/IPEN, embora temendo que acabássemos caindo no que os historiadores da ciência denominam de história internalista. Esta é objeto de muita controvérsia e, para nós, não é a melhor opção, dado o nosso modo de entender a história da ciência, como discutiremos no capítulo referente à metodologia adotada.

Analizamos os trabalhos e, por fim, tentamos compreender como a ciência e a tecnologia, mediadas por outros parâmetros, tais como influências socioculturais, econômicas e, que não são estáticas, agem no seio de uma sociedade e atuam como um dos fatores de desenvolvimento e bem estar para essa mesma sociedade, sobretudo no nosso país.

Não se trata de um estudo somente de conteúdo epistemológico dos trabalhos produzidos. Queremos compreender como foram desenvolvidas certas idéias do pesquisador e como foram mediadas pelas pessoas que ocupavam cargos de chefia e mesmo pelo governo. Também, como se difundiram os resultados de uma determinada pesquisa, qual foi sua aceitação pela comunidade científica, pelos industriais e pela sociedade, como um todo. Como se torna mais limitada a pesquisa na ausência de um arquivo institucional, recorremos aos depoimentos dos pesquisadores da Instituição confrontando-os.

Não conseguimos ser abrangentes e limitamos a nossa ambição. Procuramos, na Instituição, arquivos onde pudéssemos encontrar uma fonte primária para a nossa pesquisa. Como já comentamos, encontramos raros fragmentos dispersos desse arquivo, que ainda está para ser criado. Alguns foram encontrados com os pesquisadores, em seus laboratórios, secretarias ou em uma sala trancada e esquecida¹⁷.

No decorrer da leitura das séries citadas anteriormente, descobrimos que os trabalhos publicados pelos pesquisadores da Instituição, referenciados ou não em outras obras –

¹⁷ Há pouco tempo descobrimos em uma sala trancada e empoeirada, alguns documentos da Instituição, que foram encadernados possivelmente por solicitação de Rômulo Ribeiro Pieroni quando era superintendente do IEA. Não introduzimos esses documentos na nossa análise por absoluta falta de tempo, mas pretendemos analisá-los em um trabalho posterior, no entanto, lemos alguns trechos de alguns dos volumes e observamos que para a intenção do trabalho, aqui proposto, não estaríamos tendo um grande prejuízo em não introduzi-los em nossa pesquisa. Utilizamos ocasionalmente alguns dados encontrados naquela documentação.

talvez obras fundamentais para o desenvolvimento de processos e aquisição de tecnologia –, mesmo esquecidos em uma prateleira da biblioteca, são um acervo importante, pois retratam o desenvolvimento do país. Podem, quando bem analisados, estar vivos. Não são folhas mortas para a história da ciência quando a leitura é feita levando-se em conta um enfoque social. Embora relatem, por exemplo, praticamente só os sucessos obtidos - conseguir produzir o DUA¹⁸ ultrapuro, produzir o hexafluoreto de urânio com fins ao enriquecimento isotópico ou, determinar experimentalmente a seção de choque para nêutrons na faixa de energia térmica incidindo sobre um determinado lantanídeo – podem, junto com outros documentos e com os depoimentos, quando bem acompanhados e analisados, serem as fontes para o estudo da vida da Instituição.

Cartas entre os pesquisadores das diferentes instituições, pedidos de verba para os projetos, cópias de relatórios indicam não somente as linhas das pesquisas preferenciais, mas a política vigente para C&T que favoreceu, ou não, o laboratório e aqueles trabalhos que começaram e não foram adiante etc. Os contatos preferenciais com outros “colaboradores” são fontes de análise para se estudar o tipo de organização social existente na instituição e nos seus departamentos. Mesmo os contatos com o exterior são uma fonte de análise.

Quando os pesquisadores recebem bolsa de estudo para os EUA ou para a Europa, isso já revela uma opção que não é de todo casual. Uma determinada linha de pesquisa pode ter diferentes enfoques dependendo do país, da instituição e do laboratório onde é feita. Na época do acordo do Brasil e Alemanha (em 1975 o Brasil assina o acordo nuclear com a República Federal da Alemanha, RFA, para a construção do nosso segundo reator de potência), muitos dos nossos pesquisadores foram estudar lá.

Dentro de uma mesma instituição, como no caso do IPEN, temos vários laboratórios cujas linhas de pesquisa se voltam, por exemplo, para a área ambiental, com finalidades e filosofias que não facilitam a agregação destes num único departamento. Portanto, quando um pesquisador da instituição se interessa por determinada área, deve primeiro definir qual abordagem estará vinculada ao seu interesse. Façamos um parêntese para melhor elucidar a questão acima e aproveitamos para introduzir questões que serão debatidas no trabalho.

¹⁸ Diuranato de amônio

Dentre os grupos que mais fortemente se destacam nesta área de atuação citaremos três. Antes, porém, comentaremos que um deles só mais recentemente se voltou para essa área, e os outros dois foram, desde sua criação, mais dirigidos para o meio ambiente. Analisaremos no decorrer do trabalho o porquê dessa guinada.

Um dos grupos - radiometria ambiental -, “nasceu” com o objetivo específico e único de se ocupar do meio ambiente, numa filosofia de radioproteção ambiental, embora, em alguns momentos, tenha tido outras influências. Desde o seu início, quando esteve de passagem pela Instituição, na Coordenadoria de Proteção Radiológica e Dosimetria, chefiada pelo Doutor Gian Maria A. A. Sordi o pesquisador, originário da Argentina, Dr. Elias Palácio¹⁹ (1975) lançou o fundamento dessa linha de pesquisa e trabalho.

Este pesquisador criou um grupo²⁰ que veio, finalmente, dar origem àquele que se formou na década de oitenta, então liderado pelo Dr. Roberto Fulfaro e o Dr. Laércio

¹⁹ “En noviembre de 1975 me incorporé al IPEN como asesor del Doutor Gian María Sordi, en el área de protección radiológica. En esos años el ICRP comenzaba a difundir sus primeros drafts sobre la optimización de la protección radiológica y a ese tema me dediqué dando palestras y orientando trabajos, particularmente en el área ambiental. En aquellos años trabajaban con el Doutor Sordi, un joven llamado Paulo Lauro de Oliveira, que se dedicaba al tema ambiental al mismo tiempo que estaba iniciando su carrera de post graduación. Con él hicimos un amplio relevamiento de los hábitos alimentarios del personal que vivía en los alrededores del IPEN a fin de identificar el grupo crítico con relación a la descarga de efluentes del Instituto al ambiente en esa época. Dicho estudio debe de ser el primer antecedente en el tema ambiental y se publicó al año siguiente como Determinación de la capacidad radiológica de la zona de influencia del IEA. E. Palacios, P.L.C. Oliveira -IEA 454- 1976, SÃO PAULO, Brasil”. Entrevista via e-mail realizada con el Dr. Elias Palacios en 2003. Algunos de los trabajos publicados en las series que estamos analizando atestiguan este período: E. Palacios, Oliveira, P.L.C. (1976). Determinación de la capacidad radiológica de la zona de influencia del IEA. Publicación IEA - 454. Nesta publicação, Palacios, visando estudos de gestão de resíduos radioativos, determina a capacidade radiológica da zona de influência do IEA e demonstra que os resíduos radioativos eliminados no meio ambiente representavam, na época, uma pequena capacidade do meio receptor. Palacios, E.; Napolitano, Célia M. (1979). Situação radiossanitária de uma mina de pirocloro da Mineração Catalão de Goiás S. A. Informação IEA - 65. Palacios, E.; Napolitano, Célia M. ; (1978). Aspectos de proteção radiológica em minas de urânio. Informação IEA - 62. Napolitano, Célia M.; Sampa, Maria Helena O.; Palacios, E. (1978). Técnicas simples de proteção radiológica para monitoração de radônio no ar e na água. Informação IEA - 63. Uma das autoras (Maria Helena Sampa), dessa última publicação não fazia parte da equipe do Doutor Palacios, mas sempre esteve em colaboração com os pesquisadores desta área e ainda nos dias atuais.

²⁰ “A fines de 1977 se crea la Gerencia de Área de Protección del Medio Ambiente y me designan Gerente de Área. La gerencia se organiza con un sector de mediciones ambientales a cargo de Maria Inés Bedani, otro de efluentes gaseosos a cargo de Roberto Vicente, otro de evaluaciones ambientales a cargo de Celia Napolitano y uno de residuos radiactivos a cargo de Hissai Miyamoto. Integraban el grupo varios técnicos de los cuales recuerdo el nombre de unos pocos pero Roberto Vicente, Hissai y Celia pueden suministrar la lista completa. El laboratorio de mediciones ambientales se equipó con un detector de GeLi, dos detectores de NaI, un detector alfa de barrera de superficie, y dos multicanales Canberra de última generación. Se estableció un programa de muestra ambiental en los alrededores del IEA –actual IPEN - y se complementó el laboratorio de espectrometría ambiental con un laboratorio de tratamiento de muestras. Aprovechando que el Dpto. Cooperación Técnica del IAEA nos proveería un espectrómetro de partículas de llama de hidrógeno, montamos con R. Vicente un túnel de viento para ensayar filtros absolutos. Fue el primer laboratorio en Brasil para ese tipo de ensayo. Además de probar los filtros absolutos comprados por el Instituto, enseguida comenzamos a hacer servicios para empresas que proveían ese tipo de filtros a la industria farmacéutica. Alguno de los trabajos presentados fueron ”Determinación de eficiencia de filtros absolutos por el método de la llama de sodio. E. Palacios, R. Vicente. Presentado en el II Encuentro Latinoamericano de Tecnología Nuclear AATN. 5-10 noviembre, de 1979 - BUENOS AIRES, Argentina”. El sector de evaluaciones ambientales se focalizó fundamentalmente en áreas mineras, particularmente en el área de Araxá. Las grandes empresas de fosfatos y de (...) de la región contrataban al Instituto para hacer las evaluaciones ambientales y la documentación de licenciamiento que les exigía la CNEN y las autoridades municipales. También se hacían mediciones de la concentración de Radón en agua y particularmente, a las empresas embotelladoras de agua mineral (En esos años estaba vigente una vieja norma que, para caracterizar un agua mineral, esta

Vinhas, ambos pesquisadores oriundos da Física Nuclear do IPEN e que vieram a dirigir a Proteção Radiológica, em 1983, respectivamente como Diretor de Segurança Nuclear do IPEN e chefe do Departamento de Proteção Radiológica, sendo Superintendente, à época, o Doutor Durvaldo Gonçalves (24/11/1982- 04/06/1985).

A maioria dos pesquisadores²¹ liderados por Palacios, posteriormente, se afastou da linha de pesquisa inicial, indo para outras áreas dentro do próprio IPEN, em momentos diferentes, seja por questões de reestruturação dos grupos ou mesmo por questões particulares. Embora Palacios tenha deixado a sua “marca”, a sua filosofia, isto acarretou, como sempre acontece quando um grupo se dispersa, o recomeço das pesquisas alguns anos mais tarde.

Foram períodos de grandes modificações, com rotatividade de pesquisadores e mudanças estruturais. Não citaremos detalhes para não nos desviarmos do nosso foco. Diferentes filosofias de pesquisa ocorrem dentro de um mesmo tema, segundo diferentes instituições, departamentos e chefias. Enquanto encontrava-se liderando o grupo de pesquisa ambiental, Palacios pensava²² sobre capacidade radiológica do meio ambiente, em torno de uma instalação nuclear, antevendo o aumento das pesquisas na Instituição. na área do ciclo do combustível, razão pela qual diversificou o seu grupo para trabalhar: alguns em minas de extração de urânio (primeira fase do ciclo), outros para controle radiológico, devido à liberação de efluentes radioativos líquidos e gasosos e outros para rejeito. Estamos ainda na superintendência com Rômulo Ribeiro Pieroni. Segundo relato da pesquisadora Célia Napolitano, o Doutor Gian A. A. Sordi teria sido alertado pelo professor Pieroni que seria necessário implantar, na Instituição, pesquisas em radioproteção que atendessem a área do ciclo do combustível, pois previa-se um aumento daquelas atividades.

Posteriormente, Palacios retorna para a Argentina (junho de 1980)²³, Sordi assume a Divisão que se ocupa com a proteção radiológica ocupacional e vem integrar a

debía ser radioactiva). El sector de Residuos Radiactivos estaba a cargo de Hissai y se dedicaba a recolectar y clasificar los residuos producidos en el Instituto, acondicionarlos y almacenarlos convenientemente. También realizaba actividades de descontaminación para las distintas áreas del Instituto”. Entrevista realizada por e-mail com o Dr. Elias Palacios.

²¹ Foi o caso dos pesquisadores: Célia Napolitano; Roberto Vicente; Maria Inês Bedani, Laura Sakiko Endo, Claudio Delamano entre outros.

²² Foi possível apreender isso dos trabalhos desenvolvidos pelo grupo e das entrevistas.

²³ Palacios retornou para a Argentina em 1980 e foi chefiar o Departamento de Protección Radiológica de la Comisión Nacional de Energía Atómica e, posteriormente, foi para a ABACC – Agência Brasileira-Argentina de Contabilidade e

radioproteção o Doutor Achilles Alfonso Suarez, físico oriundo da área da física nuclear. Surge uma área específica para estudos de materiais dosimétricos liderada pela Doutora Linda Caldas (com parte do pessoal oriundo do grupo liderado anteriormente pelo Doutor Shigueo Watanabe que trabalhava com ciência e tecnologia de materiais)²⁴.

O Doutor Achilles indiretamente se ocupa em orientar as pesquisas na área ambiental. Quando retornou para a Argentina Palacios deixou uma espécie de vácuo na direção da ambiental. A pesquisadora Maria Inês Bedani²⁵ faz projetos para seguir a linha de radioecologia e Napolitano continua a se ocupar parcialmente do ciclo do combustível, trabalhando em proteção radiológica junto às minas de extração de metais, terras raras e urânio.

Quando o Doutor Vinhas substituiu o Doutor Achilles no Departamento de Proteção Radiológica (P.R) foi criado um novo Departamento de Rejeitos Radioativos sob a direção do Doutor Achilles Suarez. Alguns dos antigos pesquisadores da ambiental vão compor este novo Departamento²⁶.

Nesse ínterim, com as reformulações ocorridas na Instituição – o Professor Pieroni deixa a Superintendência em 1979 e, em seu lugar, assume o Dr. Hernani A. L. Amorim (06/06/1979-23/11/1982) –, os trabalhos com a Marinha já haviam começado e pareciam promissores. Substituindo Amorim na superintendência da Instituição, o Doutor Durvaldo Gonçalves convida, como já falamos, o Doutor Vinhas para ocupar a chefia do Departamento de P.R que, por sua vez, convida a Doutora Bárbara P. Mazzilli para chefiar

Controle de Materiais Nucleares que foi criada num acordo firmado entre o Brasil e a Argentina para uso exclusivamente pacífico da energia nuclear em 1991.

²⁴ “Fui, então, em 1977, para o Institut für strahlenschutz, GSF, Munique, trabalhar em metrologia da radiação beta, sob orientação do doutor D. F. Regulla (...). retornando ao Brasil, escrevi a tese e a defendi em 1980 no IFUSP. Nesta época a chefia da Divisão à qual eu estava ligada era da Doutora Cleide Renner. Logo que defendi a tese, a doutora Cleide solicitou o meu retorno ao Departamento de Física nuclear do IPEN e eu assumi a Gerência da divisão de Materiais dosimétricos do Centro de proteção Radiológica e Dosimetria, cuja chefia estava sob a responsabilidade do Doutor Achilles A. Suarez”. Depoimento da Doutora Linda V. E. Caldas por e-mail.

²⁵ Maria Inês Bedani é uma das pesquisadoras que se destacou do grupo de Palacios, mas que desenvolveu trabalhos preliminares na área de radioproteção ambiental com pesquisas de impacto ambiental devido à liberação de efluentes líquidos e gasosos. Bedani, M.I. (1979); Controle radiométrico ambiental nas imediações do Instituto de Energia Atômica. Dissertação de Mestrado IEA em 1978. IEA-DT-000131. Trata-se verdadeiramente do primeiro trabalho de tese voltado para a área ambiental no sentido de radioproteção muito embora esta fosse uma preocupação de longa data do visionário Rômulo Ribeiro Pieroni. Segundo depoimento de Célia M. Napolitano (comunicação particular) o professor Pieroni em 1975 abrigou alguns bolsistas, entre estes a própria Napolitano e a Maria I. Bedani, com o fito de desenvolver a proteção radiológica na Instituição, pois vislumbrava a sua importância com o aumento das atividades do ciclo do combustível.

²⁶ Roberto Vicente, Claudio Delamano, Laura Sakiko Endo entre outros pesquisadores.

a então Divisão de Radioproteção Ambiental (Mazzilli é oriunda da radioquímica, que ainda estava sob a chefia do Doutor Fausto W. de Lima).

Nesse momento, a ambiental volta-se inteiramente para a filosofia de radioproteção nos anos que se seguiram (final dos anos oitenta até o final dos anos noventa) tornando-se, inclusive, responsável pela realização do pré-operacional da análise do impacto ambiental, na área de influência das instalações da Marinha do Brasil em Aramar.

Em suma, um mesmo grupo com orientações diferentes dentro de um mesmo tema. Aquelas orientações deveriam estar inseridas em um programa, de longo prazo, de política científica e tecnológica para a área nuclear do país, mas que sofreu sempre uma falta de continuidade.

Anteriormente, no início do IEA, na Divisão de Radioquímica, liderada pelo Doutor Fausto W. de Lima, foram realizados alguns trabalhos cujo mote principal era a radioproteção ambiental. Essa linha de pesquisa não continuou, provavelmente pela inserção, na Instituição, de um grupo localizado ainda na radiobiologia, e liderado pelo Dr. Silvio Bruno Herdade²⁷, que se especializava em radioproteção. Segundo o depoimento do Doutor Gian Maria A. A. Sordi (hoje um especialista em radioproteção, conhecido internacionalmente e com um currículo respeitável na área), quando ingressou no IEA

²⁷ Citaremos alguns dos trabalhos realizados já na linha de proteção radiológica. Como podemos observar tanto o professor Herdade quanto o professor Vizeu, além de Pieroni, embora estivessem preocupados com linhas de trabalho diferentes acabavam trabalhando em temas comuns. Outros pesquisadores, além dos citados, também acabavam colaborando em outras pesquisas que não eram as suas linhas principais de estudo. Isso é um indício de que todos colaboravam para a formação do Instituto e que as Divisões, embora existissem, ainda não se apresentavam tão especializadas como posteriormente ocorreu. Estamos em 1958, dois anos após a inauguração do IEA. Na segunda Conferência sobre os Usos Pacíficos de Energia Atômica, reunida em Genebra, setembro de 1958, um dos trabalhos apresentados pelos pesquisadores do IEA se intitulava: Radiation intensity levels of air and water activities observed with the IEA-R1 swimming pool reactor at 5 MW (R. R. Pieroni; S. B. Herdade, W.S. Hehl; C. R. Pereira). Este também foi publicado na série Informação IEA número 16. Em novembro de 1958, no Congresso de Genética, ocorrido em Curitiba, Paraná, temos: Amostragem de ar com filtro “Milipore” (R. R. Pieroni, S. B. Herdade, W. S. Hehl; D. M. Vizeu). Os filtros “Milipore” são usados até hoje para amostragem de ar. Amostragem de solo na área do reator (R.R. Pieroni, S. B. Herdade, C. R. Pereira, W. S. Hehl, D. M. Vizeu, A. F. Carvalho). Níveis de radiação esperados e observados na operação do IEA-R1 (R. R. Pieroni, S. B. Herdade; C. R. Pereira; W. S. Hehl). Níveis de atividades observados em vegetais na área da Cidade Universitária (R. R. Pieroni, S. B. Herdade; D. M. Vizeu; F. Carvalho; A. Oliveira e Souza). O emprego do MAP-1 e do C. A. M. na amostragem contínua do ar (R. R. Pieroni; S. B. Herdade; W. S. Hehl). Proteção contra radiações, na bomba de cobalto do Hospital das Clínicas (R. R. Pieroni). Atividade natural do ar, no interior do edifício do reator (R. R. Pieroni; S. B. Herdade, W. S. Hehl, D. M. Vizeu). Estudos do decaimento dos produtos beta ativos, retidos pelos filtros “Cambridge” do sistema de exaustão do edifício do reator (R. R. Pieroni, W. S. Hehl). Proteção radiológica no IEA-R1 (R. R. Pieroni). Cálculos de blindagem (R. R. Pieroni; C. R. Pereira; W. S. Hehl). O Dr. Fausto Walter de Lima, em uma publicação (informação IEA número 18, junho de 1970), que é uma cópia do que foi publicado no Journal of Radioanalytical Chemistry Vol 4 (1970) página 391-396 comenta: “By 1963 a Division for Chemical Engineering Activities was established and only then many of the non-radiochemical services work could be dropped in benefit of real radiochemistry”. Neste período, início da década de setenta, a produção de radioisótopos ainda era realizada na radioquímica sobre a direção do Doutor Fausto, sendo que a Doutora Constância se ocupava mais de perto desta pesquisa. “Isotope production is carried out in the hot cells which are operated for production of radioelements mostly required for medical application such as ¹³¹I, ³²P, ³⁵S, ⁸²Br, ⁴²K, ¹⁹⁸Au (colloidal), ²⁴Na”.

(1961), a radioproteção estava dentro da Divisão de Radiobiologia. Logo em seguida, em 1962, passou a ser um serviço de radioproteção, chefiado pelo Dr. Dirceu Vizeu, pois o Doutor Herdade foi para a Física Nuclear do IEA, indo, em seguida, para o Instituto de Física da USP (IFUSP).

Utilizando o *site*, em 18/06/2003, do atual Centro de Química e Meio Ambiente do IPEN (antiga Engenharia Química liderada pelo Dr. Alcídio Abrão), encontramos que este Centro foi recentemente reformulado para ter um foco maior na área ambiental, mantendo ainda ativas as linhas do ciclo do combustível nuclear. Consta que a especialidade é transformar o conhecimento acadêmico em tecnologia, produto ou serviço. Este Centro, entre outras divisões, possui uma que é denominada “Diagnóstico Ambiental” e que se ocupa do diagnóstico ambiental em sistemas aquáticos, desenvolvimentos de sensores eletroquímicos aplicados na área ambiental, estudo de gases traços e o ciclo do ozônio na atmosfera, química atmosférica dos compostos orgânicos biogênicos e antropogênicos, estudo do compartimento solo, adsorvedores na minimização de impactos ambientais, ecotoxicologia e avaliação de sistemas de tratamento de efluentes e resíduos industriais, ou seja, ocupa-se basicamente de contaminantes “convencionais” (não necessariamente radioativos)²⁸.

A Divisão de Radiometria Ambiental (ainda em 2003 sobre a chefia da Dra. Mazzilli), citada anteriormente, preocupa-se com a liberação dos efluentes radioativos gasosos ou líquidos, liberados pelas instalações do IPEN, a análise de radioatividade em alimentos, a caracterização de solos e águas subterrâneas, o impacto ambiental, devido à atividade de plantas radioativas e nucleares, a caracterização de radônio em ambientes de minas e em águas minerais, a determinação de chumbo em amostras ambientais etc.

Quando relacionamos as principais linhas de pesquisa da Radiometria Ambiental²⁹ podemos imediatamente refletir que o objetivo principal desse grupo de trabalho está

²⁸ “Surpresa ainda maior, mesmo para nossos colegas e amigos de muitos anos é saber que o Departamento de Engenharia Química, tradicionalmente ligado somente ao ciclo do combustível nuclear, transformou em “ambiental”. É oportuno esclarecer: o Departamento de Engenharia Química iniciou a busca de novas atribuições compatíveis e complementares às linhas de pesquisas tradicionais. Era amplo consenso que as atividades ligadas ao ciclo do combustível não mais demandavam todo o seu potencial além de carecerem de sustentação financeira”. Parte do histórico da Divisão de diagnóstico ambiental no site do IPEN.

²⁹ Principais linhas de pesquisa em andamento em 2003: avaliação da exposição ao ²²²Rn nas cavernas do Parque Estadual do Alto Ribeira (Brigitte Roxana Soreanu Pecequillo, Simone Albingi, Barbara Paci Mazzilli, Marcelo Francis Máduar, Paulo Sérgio Cardoso); Determinação das taxas de mistura de massas d'água costeiras utilizando-se isótopos de rádio como traçadores naturais (Bárbara Paci Mazzilli, Joselene de Oliveira, Washington Eugênio Teixeira, Alessandra

focado no comportamento dos radionuclídeos, dos vários compartimentos do ecossistema, visando à avaliação de impactos ambientais.

Localizado no Centro do Reator de Pesquisa, temos ainda, no Laboratório de Análises por Ativação, um grupo de análise de radionuclídeos naturais e artificiais, utilizando métodos de ativação neutrônica (originário do grupo do Doutor Fausto W. de Lima).

No *site* deste laboratório (2003) é citado que, dentre os diversos materiais que podem ser analisados, encontram-se amostras geológicas (solos, rochas, carvão, minérios, concentrados minerais) plásticos, resinas e outros produtos industriais, catalisadores, petróleo, amostras arqueológicas, metais e ligas (aço, silício metálico, ligas niobiotântalos), amostras agropecuárias (pêlos de animais, solos, subprodutos agro-industriais), tecidos animais e humanos (cabelos, ossos, unhas), plantas e vegetais, alimentos, dietas e amostras ambientais. Embora esse grupo analise também amostras ambientais, a sua filosofia não está centrada na proteção radiológica ambiental, como aquela do grupo de radiometria ambiental.

Não citamos como exemplo esses grupos por mera curiosidade. Existe um ponto muito importante para ser tratado, mais adiante, e que no momento adiantamos que é a implicação e os antecedentes da nova abordagem, para a área ambiental de natureza não radiológica dos diferentes grupos da Instituição, surgidas nos últimos anos da década de noventa³⁰.

Como vimos, somente um desses grupos foi constituído para se ocupar de questões ambientais, provenientes dos radionuclídeos naturais ou artificiais, mesmo que

da Costa Elísio); determinação de ^3H e ^{90}Sr no controle radiológico do IPEN (Brigitte Roxana Pecequillo, Lucio Leonardo); Determinação dos níveis de radioatividade natural presente em águas de abastecimento público, fontes de águas minerais e águas engarrafadas (Bárbara Paci Mazzilli, Joselene de Oliveira); Dosimetria de radônio no ar com detectores de traços nucleares (Brigitte Roxana Pecequillo e Márcia Pires de Campos); Estudo da descarga de águas subterrâneas em regiões costeiras utilizando ^{222}Rn como traçador natural (Bárbara Paci Mazzilli; Joselene de Oliveira; Patrícia da Costa; Ana Cláudia Peres); Geocronologia de ambientes lacustres e marinhos por meio de medida de ^{210}Pb (Sandra Regina Damatto Moreira); Impacto radiológico do fosfogesso gerado na indústria nacional de fertilizantes fosfatados (Bárbara Paci Mazzilli, Adir Janete Godoy dos Santos, Paulo Sérgio Cardoso, Cátia Heloísa Rosognoli Saueia); Proposta de modelo para o estabelecimento de valores orientadores para contaminação radioativa de solos (Ana Cláudia Peres, Goro Hiromoto).

³⁰ “O foco dos trabalhos do IPEN sempre foi voltado para a melhoria da qualidade de vida da população. Para muitos, mesmo para aqueles que nos conhecem bem e associam nosso nome, principalmente, aos desenvolvimentos clássicos da área nuclear, pode ser uma surpresa a atuação crescente do IPEN na área de tecnologias voltadas ao meio ambiente. À primeira vista pode parecer que é um programa novo para suportar as políticas públicas de meio ambiente, respondendo às preocupações manifestadas na Agenda 21”. Parte do breve histórico da Divisão de Diagnóstico Ambiental no site do IPEN.

inicialmente o grupo do Doutor Fausto W. de Lima tenha realizado experiências na área ambiental. No entanto, inicialmente este último grupo de radioquímica citado se ocupava das questões mais diversas, pois o número de pesquisadores do IEA era muito reduzido³¹. Tanto é que, no início, a radioquímica, como era denominado o grupo, realizava pesquisas na área do ciclo do combustível. Só posteriormente, com as especializações, é que o grupo voltou-se mais especificamente para a área de radioquímica e continuou nessa linha por muitos anos³².

Fizemos uma interrupção quando estávamos discutindo as questões postas pelas diferentes fontes que o pesquisador em história da ciência pode recorrer e as nossas opções.

Voltando às fontes utilizadas, reafirmamos que, como Instituição, devemos ter a preocupação e tomar atitudes para que os trabalhos publicados não sirvam apenas para preencher os currículos dos pesquisadores. Parece óbvio o que acabamos de falar, mas muitas vezes isso está internalizado e não prestamos a devida atenção.

³¹ “When the activities of the Instituto de Energia Atômica started, in 1957, the staff of the Radiochemistry Division was made up of only two people and, of these, only one with formal training in radiochemistry. This forced those two people who ideally or theoretical had chosen a scientific profession, to take quite odd problems such as installation of industrial size exchange tanks for reactor water treatment, help in the tile lining of the pool, study of corrosion of fuel elements, detection of fission products in the pool water and the like (...). Radioactive counting equipment, by that time, were classical scaler (one), Geiger tubes and home made single channel gamma spectrometer”. Lima, Fausto W de. Informações IEA - 18. (1970). The radiochemistry Laboratories of the Instituto de Energia Atômica, São Paulo, Brasil. Reprinted from Journal of Radioanalytical Chemistry Vol 4 p. 391-396 (1970). Na metade de 1970 a Divisão de Radioquímica já contava com 23 pessoas sendo 12 de nível superior. De 1957 até 1970 foram apresentados pelo grupo 66 trabalhos em Congressos internacionais. Em 1958 o IEA contava com as seguintes Divisões: Física Nuclear sob a chefia do Doutor Marcello Damy de Souza Santos; Física de Reatores sob a chefia do Prof. Eng. Paulo de Saraiva Toledo; Radioquímica sob a chefia do Doutor Fausto W. de Lima; Radiobiologia sob a chefia do Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni. Nesta época a Comissão Nacional de Energia Nuclear tinha como presidente o Contra-Almirante Octacílio Cunha e o Reitor da Cidade Universitária da USP era o Dr. Gabriel Sylvestre Teixeira de Carvalho. Ainda, ocupava a presidência do então Conselho Nacional de Pesquisa o Dr. João Cristóvão Cardoso. O Diretor do IEA era o Doutor Marcello Damy de Souza Santos. Em 1970 as divisões tinham crescido conforme crescia a Instituição não só em número de pessoal, mas também em construções. Isso já numa visão futurista da importância da Instituição pelo então Diretor Rômulo Ribeiro Pieroni, que ainda acumulava o cargo de chefe da Divisão de Radiobiologia. As outras divisões existentes eram: Física Nuclear sob a chefia do Dr. José Goldemberg; Radioquímica sob a chefia do Doutor Fausto W. de Lima; Metalurgia Nuclear sob a chefia do Doutor Tharcísio D. S. Santos; Engenharia Química sob a chefia do Dr. Alcídio Abrão; Engenharia Nuclear sob a chefia do Engenheiro Pedro Bento de Camargo; Operação e Manutenção de Reatores sob a chefia do Engenheiro Azor Camargo Penteado Filho; Física de Reatores sob a chefia do Dr. Paulo Saraiva de Toledo; e uma grande novidade, que iremos comentar no texto, a Divisão de Ensino e Formação, sob a chefia do Doutor Rui Ribeiro Franco. Podemos “sentir” como a Instituição cresceu e tinha pretensões nada modestas, pois se existia uma Divisão de Operação e Manutenção de Reatores era porque existia a idéia “embutida” de outros reatores (construção ou compra).

³² “With the creation of a Chemical Engineering Division many of the classical chemical service functions of the Radiochemistry Division were allocated to that Division. Even so, some of ancient service functions still remained under the responsibility of the Radiochemistry Division. These can be classified under the broad aspect of chemical support and maintenance work for the reactor, involving corrosion of aluminium pieces, routine determinations of fall-out and alike. In this way, presently the Division is dedicated almost only to actual radiochemistry analysis, general tracer work and isotope production”. Lima, Fausto W. de(1970). Informação IEA - 18.

Quando analisamos os trabalhos dentro de um contexto, no nosso caso econômico e social, temos o resultado final das pesquisas de laboratório, mas também a lida diária – falta de verba, conjuntura econômica do país, tendências da política científica e tecnológica, preferências individuais, pressões internas e externas em áreas sensíveis (como a do ciclo do combustível ou outras), além do mais, temos a contribuição para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia do país. Acrescentamos, ainda, que é uma oportunidade de recuperar os caminhos já percorridos para que não caiam no esquecimento.

No início da pesquisa, somente com os exemplos citados nesta introdução e recorrendo a alguns trabalhos publicados e entrevistas foi possível, mesmo que sinteticamente, fazer uma análise de alguns momentos da Instituição. Então resolvemos prosseguir.

Os trabalhos serão analisados somente com o fito de extrair sua contribuição para compor a nossa tese³³. Esta será explicitada à medida que continuamos a expor nossas idéias. Segundo o que viemos comentando, não houve preferência por este ou aquele trabalho ou pesquisador.

A pesquisa é um estudo de caso, mas de relevância no quadro mais abrangente, que é a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico, na área nuclear da sociedade brasileira. Reconstituímos os antecedentes e a própria história parcial da Instituição, com ênfase nas atividades da produção de radioisótopos e do ciclo do combustível.

Aliamos o conteúdo científico e tecnológico, das pesquisas realizadas com fatores múltiplos – intelectuais, culturais, ideológicos, políticos, sociais, e chegamos mesmo a tangenciar algumas características pessoais dos servidores da Instituição. Todos estes fatores devem ser levados em conta para a explicação das idas e vindas das atividades científicas da Instituição.

Fomos buscar em outras fontes, livros e teses, as informações sobre política científica, economia e industrialização do Brasil.

³³ Não estamos analisando os trabalhos para classificá-los por ordem de importância e sim para recorrer aos temas que eram pesquisados na Instituição.

A falta de uma tradição de política científica e tecnológica continuada ao longo dos anos, dando ênfase para as nossas reais possibilidades, sobretudo na área nuclear, a despeito do imenso trabalho que vinha fazendo o CNPq e posteriormente a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), gerou um vácuo de orientação e dificultou o diálogo entre a Instituição e a sociedade, no passado recente (exceção ao que diz respeito à área médica).

Como discutiremos mais adiante, a Instituição foi criada num momento oportuno, onde as condições internas e externas eram propícias, mas nem sempre se mantiveram favoráveis, sobretudo quando se fala em transformar os conhecimentos adquiridos em inovação. No IPEN, antes da década de 1990, os pesquisadores tinham um maior leque na hora da escolha do tema de pesquisa, mas uma menor orientação institucional regulamentada. Na década de 1980, por força do acordo com a Marinha, muito dos esforços eram dirigidos para as pesquisas na área do ciclo do combustível. Da segunda metade da década de noventa em diante, as linhas de pesquisa foram sendo dirigidas para aqueles temas nos quais os órgãos de fomento como FAPESP, CNPq e FINEP estavam interessados em financiar. As pesquisas, em sua maioria, no início do século XXI, estão concordantes com o Plano Diretor do Instituto³⁴.

Constituiu uma agravante para a instituição a ausência de indústrias específicas na área, que pudessem dar um suporte para a Instituição exercer, a plenos pulmões, as atividades ao longo de sua “vida”. Isso se perpetua até os dias atuais e pode-se constatar direta ou indiretamente nas publicações IEA e IPEN e nos relatos dos pesquisadores.

Gorski e Bruzinga, ambos pesquisadores do IPEN, em 1990, desenvolveram um projeto e construção de detectores tipo Geiger-Müller³⁵ e, nos comentários finais do trabalho, deixam claro que dominamos a tecnologia necessária para a confecção do detector, não

³⁴ No período de 11 a 13 de dezembro de 2002, gerentes e coordenadores de projetos se reuniram, no auditório Rômulo Riberio Pieroni, no IPEN, e apresentaram os seus indicadores de desempenho. É o terceiro ano consecutivo em que ocorre essa avaliação. Cada gestor recebe nota dos demais por suas exposições. As discussões, comentários e avaliações fornecem subsídios para a melhoria do plano. No plano diretor de 2000 consta a missão da Instituição: “Nosso compromisso é com a melhoria da qualidade de vida da população brasileira, produzindo conhecimentos científicos, desenvolvendo tecnologia, gerando produtos e serviços e formando recursos humanos”. No Plano Diretor as atividades do IPEN são organizadas em programas e sub-programas. Tendo em mãos o Plano Diretor, o pesquisador pode, através da orientação explícita nesse, localizar a sua pesquisa em andamento e projetar aquelas futuras. Isso representa um salto de qualidade uma vez que os objetivos estratégicos globais para o período 2000-2003 estão “em consonância com os programas no Plano Plurianual 2000 a 2003 (PPA), do Ministério de Ciência e Tecnologia e com os parceiros da Instituição, no âmbito estadual e na iniciativa privada”. Plano Diretor 2000, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. IPEN –CNEN/SP. São Paulo.

³⁵ Gorski e Bruzinga (1990). Publicação IPEN -315 – setembro 1990.

obstante, na análise do custo do modelo proposto seria necessário despende-se em torno de 150 dólares contra 25 dólares para importá-lo. Além de questões de mercado o produto sofreria acréscimos, dada a falta de tecnologia específica disponível no mercado nacional.

Os autores salientam:

“Para a fabricação em série, a base de vidro deveria ser fundida com o tubo de enchimento e o ânodo centralizado. As firmas que trabalham com vidro fundido, consultadas, na forma sinterizada envolvem etapas delicadas e artesanais, que aumentam o custo do detector para a fabricação em série do detector³⁶”.

A Instituição desde o início pretendia incentivar as indústrias na área nuclear, mas a demanda não comportava esse ideal. Na publicação IEA-1, publicada provavelmente em 1958, intitulada “Reator de Pesquisa” escreve-se:

“A 11 de janeiro de 1956 o Conselho Nacional de Pesquisas e a Universidade de São Paulo estabeleceram um convênio para a criação de um Instituto de Energia Atômica, de âmbito nacional, tendo por finalidades principais: (...) 4- estabelecer bases, dados construtivos e protótipos de reatores, destinados ao aproveitamento da energia atômica para fins industriais, tendo em vista as necessidades do país. (...) A instalação do reator foi feita por pessoal técnico e científico do Instituto de Energia Atômica, contando com a colaboração de dois engenheiros da firma construtora”.

Havia nesse período uma preocupação com a indústria nacional. Os pesquisadores do IEA não eram alienados com relação às questões urgentes que se faziam necessárias no seu país. Prossegue o texto na publicação IEA-1

³⁶ Gorski e Bruzinga (1990). Publicação IPEN -315 – setembro, p.16. Maria Silvia Gorski iniciou a sua carreira na UNICAMP (Universidade de Campinas), onde se bacharelou em física, trabalhando com laser com o Dr. Sergio Porto. Quando acabou o Mestrado entrou em um projeto que era uma parceria IEA, CTA (Centro Tecnológico da Aeronáutica) e UNICAMP, que era um projeto de enriquecimento de urânio-235 utilizando laser. Quando o projeto foi transferido para o IEA Gorski veio para trabalhar na espectroscopia laser assim como um trabalho de construção de lâmpadas de catodo oco junto com o pesquisador Armando Mirage (atualmente Doutor Armando Mirage) para sintonizar a linha do laser. Com o projeto de lâmpadas também foi feito um estudo de construção de vidro solda que soldava metal (metal-vidro; metal-quartzo). O projeto de enriquecimento via laser ficou a encargo do IPEN até o início da segunda década de 1980. Após o retorno do projeto com a aparelhagem para o CTA, Gorski passou a desenvolver juntamente com Wanderley de Lima e outros pesquisadores (Dra. Maria Helena Sampa, Dr. Homero E. Bañados Pérez, Dr. José Mauro Vieira, Dr. Wilson A. Bruzinga) um projeto de detectores aproveitando os conhecimentos adquiridos até então. A partir de 1992 Gorski começou a trabalhar com cristais irradiados (coloração artificial de gemas). Gorski em depoimento (2002, gravado) afirma que a tecnologia do vidro solda foi repassada para a indústria. Hoje a tecnologia que a “Invicta” usa nas garrafas térmicas de aço-inox tem a contribuição da tecnologia desenvolvida no grupo. Ainda quanto ao detector, Gorski assinala que não valia a pena repassar para a indústria a tecnologia do detector Geiger Mülher frente ao preço de importação desses detectores. O projeto foi contratado pela Marinha do Brasil e à medida que estes se desinteressaram em financiar o projeto, o grupo se dissolveu: “Não podia ser mantido um grupo ocioso, o que foi para ser desenvolvido foi feito, (...) a partir daí para haver uma produção em grande quantidade, o cliente, na época que eram eles, teriam que financiar e ter interesse. O Projeto foi desacelerado (...)”; Gorski em depoimento em 2002, gravado.

“Para a instalação do reator procurou-se utilizar ao máximo a indústria nacional construindo-se vários componentes essenciais pela própria indústria local. Esta instalação será complementada por outro edifício onde serão localizados os laboratórios para pesquisa sobre física nuclear, radioquímica, física de reatores e radiobiologia. Graças à dotação especial do Governo do Estado, nos termos o convênio estabelecido com o Conselho Nacional de Pesquisas, esses laboratórios tiveram a sua construção iniciada no mês de junho de 1958. A área útil dos laboratórios será de 8500m² e a construção deverá estar terminada até o mês de setembro do ano corrente. Com esse conjunto de laboratórios o reator atingirá a sua utilização máxima, permitindo que ao lado da produção de isótopos a serem utilizados na agricultura, medicina, terapia e na indústria, em escala suficiente para todas as necessidades do país, se tenha no local um centro de pesquisa e ensino especializado, dotado dos recursos necessários para os estudos da fabricação de combustíveis nucleares no país (elementos combustíveis) e estudo e projeto de reatores de potência destinados à produção de eletricidade. Com a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, todas as atividades relacionadas com as aplicações pacíficas da energia atômica foram transferidas para esse órgão da Presidência da República. O Instituto de Energia Atômica, cuja transferência para essa Comissão está sendo estudada, deverá ser, pelo decreto de sua criação, o órgão executivo do programa de energia nuclear (...). Essa torre de refrigeração, totalmente projetada e construída pela indústria paulista é capaz de dissipar potência de 5000.10³ W mantendo a temperatura da piscina a cerca de 40 graus “.

Destacamos que desde o início percebe-se que a produção de radioisótopos e a fabricação de elementos combustíveis deveriam ser o “carro chefe da Instituição”. Igualmente atentamos para o discurso entusiasmado dessa publicação com uma retórica apologética própria do momento interno de criação da Instituição, euforia com as possibilidades da energia nuclear, mas calcadas em ações concretas que foram verificadas posteriormente com o desenvolvimento de trabalhos pelos pesquisadores³⁷.

O edifício destinado a abrigar o reator foi inspirado no projeto do prédio para um reator semelhante construído na Universidade de Michigan dos E. U. A. O prédio foi construído pela construtora Martins Engel de São Paulo, escolhida por concorrência pública, pela Secretaria de Viação e Obras Públicas de São Paulo. Foram feitos estudos de meteorologia, densidade populacional, solos (seção de solos do IPT).

O tema da preocupação com a indústria é tão relevante que dedicaremos especial atenção a ele³⁸. Voltando ao entusiasmo dos pesquisadores, no decorrer da pesquisa nos deparamos com essa característica cultural da Instituição que será retomada várias vezes e que refletiu na preocupação com a competência dos diferentes grupos nas suas áreas

³⁷ Voltaremos a falar do entusiasmo em diferentes contextos do trabalho.

³⁸ O assunto será tratado mais à frente, no título “Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição”.

específicas. Não poderíamos retomar aqui as obras de todos em detalhes. Ressaltamos inicialmente o papel pioneiro de dois pesquisadores dessa história recente da Instituição: Dr. Alcídio Abrão, há 46 anos trabalhando no IPEN, mesmo depois de aposentado compulsoriamente. Trabalhou na radioquímica e no ciclo do combustível e hoje também trabalha em química, voltada para a área ambiental; o Doutor Fausto Walter de Lima que trabalhou, praticamente toda sua vida, na área de radioquímica e hoje se encontra aposentado³⁹. Estes pesquisadores, a nosso ver, deram origem a outras atividades da Instituição, inclusive o próprio ciclo do combustível e a produção de radioisótopos⁴⁰. Esta última atividade é hoje o grande “trunfo” para a subsistência do IPEN⁴¹.

Tratamos, mais adiante, desses assuntos e suas conseqüências à luz dos trabalhos publicados e da história das políticas científicas para o Brasil. Ainda, devido ao caráter muito forte e particular de alguns dirigentes da Instituição, comentaremos sobre alguns dos seus superintendentes. Uma vez mais frisamos que o critério de escolha não foi centrado no pesquisador e sim no interesse de recuperar a história da Instituição. Em função das questões aqui expostas é que faremos também uma discussão, embutida nos capítulos que

³⁹ “Em 1956, iniciou-se a construção do primeiro reator no país. O professor Marcello Damy, um homem corajoso, aceitou a tarefa. Na mesma época, ainda na Orquima, conheci o professor Fausto Walter de Lima, da escola Politécnica da USP. O professor Damy convidou o Doutor Fausto para trabalhar no IPEN (IEA). Saí da Orquima em 1957, pois, desejava fazer doutoramento na USP orientado pelo professor Rui Ribeiro Franco, do Departamento de Mineralogia. Eu dava aulas de química para os geólogos. Fui um dos primeiros professores de química do Departamento. Aí, o Fausto me convidou para trabalhar no IPEN (IEA) (...). Na radioquímica, mesmo sem perceber, nós entramos na área do ciclo do combustível estudando o urânio. Montamos uma usina piloto que gerava 120kg por mês. (...). Fomos pioneiros no Brasil a desenvolver a complexa tecnologia do flúor, uma condição necessária para conseguirmos a tecnologia da fabricação do hexafluoreto de urânio. Repassamos todo esse conhecimento, essencial para o enriquecimento de urânio, para a Marinha. Geramos várias patentes. Pode-se escrever um belo livro sobre a história do desenvolvimento científico e tecnológico feito no IPEN. Uma verdadeira epopéia”. Abrão, Alcídio (2003). Órbita ipen. Ano III, número 14, jan/fev 2003, p.6-7.

⁴⁰ “Fiquei trabalhando na Radioquímica até 1965. Eu era um factótum. Cuidava da água da piscina, fazia análise por ativação com nêutrons e iniciei com outros pesquisadores a produção de radioisótopos. O primeiro fósforo-32 foi produzido lá. Depois, a Constância Pagano Gonçalves da Silva começou a trabalhar com os radioisótopos. A química de produtos de fissão e reprocessamento começou na radioquímica”. Órbita ipen. Ano III, número 14, jan/fev 2003, p.6.

⁴¹ No Informe anual do IPEN de 1997, extraímos os dados do total de recursos recebidos pela CNEN (R\$ 16.681.210,00, 30% foi para a produção de radioisótopos (R\$ 4.999.610,00), 30% foi para apoio logístico (R\$ 5.023.335,00), 22% foi para projetos (R\$ 3.665.645,00) e 18% para o custeio de P&D (R\$ 2.992.620,00). Neste mesmo ano o IPEN recebeu das agências de fomento R\$ 3.460.000,00 e gerou R\$ 10.813.614,00 sendo cerca de 16,34% mais do que em 1996, sem qualquer reajuste de preço (R\$ 9.294.755,55). Isso segundo o relatório citado deve-se sobremaneira ao ótimo funcionamento do Setor de Cobrança que conseguiu arrecadar 99% do total faturado no período. Acrescentamos que devido ao aumento da potência do reator de 2MW para 5MW (o que viabiliza uma maior produção de radioisótopos) e ao aumento da produção de radiofármacos também contribuiu para o aumento do faturamento. No informe anual de 2000 extraímos, página 13, que dos R\$ 23.510.000,00 recebidos da CNEN, 52% foram para custear a produção de radioisótopos (R\$ 11.800.000,00), 32% foram para infra-estrutura e gestão (R\$ 7.443.000,00) e 18% para P&D (R\$ 4.267.000,00). Neste mesmo período o faturamento que foi integralmente transferido para a CNEN foi equivalente a 82% do orçamento de investimento e custeio recebido (R\$ 18.793.000,00). Se fosse considerado o gasto com pessoal o faturamento cairia para 23,6% do orçamento total recebido. No entanto, não podemos esquecer que a despesa com pessoal tem, em contrapartida, um “faturamento” que é contabilizado em conhecimento adquirido, desenvolvimento de tecnologia e melhoria da qualidade de vida da população que é uma das missões da Instituição. Em 1995 foram atendidos 800.000 pacientes com a produção de radioisótopos e em 2000 este número duplicou (1.750.000, sendo 64% da região sudeste). Neste mesmo ano os recursos captados nas agências de fomento contabilizaram o valor total de R\$ 4.710.411,00 sendo mais de 50% provenientes da FAPESP e outros 25% da AIEA. Teremos muito que comentar sobre os dados apresentados no decorrer do trabalho, mas, no momento, só chamamos a atenção para a atual importância da produção de radiofármacos e radioisótopos para a Instituição.

seguem, sobre ciência, tecnologia, desenvolvimento e bem estar⁴². Outros tópicos se ocuparão do debate entre inovação, originalidade e ciência⁴³.

A discussão da ciência como estrutura organizada também não poderia deixar de estar presente no capítulo intitulado: “A institucionalização da ciência no Brasil e o Instituto de Energia Atômica”. Fizemos uma reflexão das atividades da Instituição.

Faremos uma discussão sobre os malefícios e benefícios da energia nuclear em um capítulo intitulado Reator nuclear e bomba nuclear – imagens confusas e juízos de valor⁴⁴. Em nossa pesquisa não poderia faltar, portanto, uma discussão sobre o medo que reinava e ainda reina em torno do nuclear, inclusive, entre outros, com fundo ideológico, sendo assim, achamos importante discutir, em um capítulo específico, as duas faces da mesma moeda, que neste caso, são os aspectos benéficos e as questões de segurança na área nuclear.

A Instituição, embora inserida em um contexto sócio-político e econômico, também tem vida própria. Demonstramos isso no capítulo intitulado “A cultura do IPEN” (poderemos entender os caminhos particulares trilhados pelos seus pesquisadores).

A história da “escrita da história” sendo dinâmica, e tendo que optar por uma “escrita”, será inserida num capítulo intitulado: “A escrita da história e o IPEN”, que abordará os aspectos da historiografia, nossa formação e o IPEN⁴⁵, é uma discussão que complementa a abordagem da metodologia, sendo assim, este capítulo aparece logo a seguir aos capítulos dos objetivos do trabalho e da metodologia adotada.

Com esses dados procuramos preparar o terreno para documentar uma parte da recente história da Instituição – ponto controvertido, a história do presente - e que também será discutido no capítulo logo acima delineado (metodologia). Tentaremos contribuir, ainda que de maneira modesta, para a compreensão da história da política nuclear brasileira. Não temos a pretensão de sermos completos, mas sim contribuir para sermos uma semente de um projeto de preservação da memória do Instituto.

⁴² O assunto será debatido no capítulo: “Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição”.

⁴³ O assunto será debatido no capítulo: “Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição”.

⁴⁴ O título nos foi sugerido quando lemos o livro “Dilema nuclear” de autoria de Carlo Rubia e Nino Criscenti, página 4.

⁴⁵ Escolhemos o título desse capítulo influenciados pelo livro: “A escrita da história. Novas perspectivas” organizado por Burke, Peter (1992).

Sabemos que ciência e tecnologia (C&T) são alvos de duas vertentes extremadas. Para uma delas C&T representam a solução para todos os problemas do mundo. Estas são cognominadas científicistas. Aquela outra aponta C&T como as responsáveis pelos males do mundo. Assim, o cientista e o tecnólogo deveriam sofrer sanções, como nos conta a mitologia, em que os “antigos pagãos” viram Prometeu ser castigado pelo ato de trazer o segredo do fogo para o homem mortal. Este, de bom grado, viu assegurada a sua superioridade sobre todos os outros animais. Estas duas vertentes só observam os fatos isolados, não históricos.

No Brasil e no mundo estas correntes dão origem ao uso indiscriminado da ciência e da tecnologia, como foi o caso da bomba atômica⁴⁶, ou os movimentos pseudo-ecológicos que pregoam uma volta ao passado. Essa é a razão pela qual introduzimos, como já destacamos, um capítulo sobre juízo de valor e ética na ciência – como colocar adequadamente a ciência e a tecnologia a serviço do bem estar humano. Também nos preocupamos com o aprendizado advindo do estudo e da análise da história da ciência.

Para Motoyama⁴⁷ a história da ciência dentro desse panorama torna-se uma fonte de esclarecimentos além de se prestar a uma fonte de informação acabando com o analfabetismo científico. Usaremos uma metodologia dialética e com ela analisaremos a história da Instituição sobre um ponto de vista temporal e estrutural como deixamos claro anteriormente e apontamos Motoyama⁴⁸ (1974) para melhor esclarecer o que pensamos:

“Analisando a ciência dentro de duas coordenadas, ou seja, dentro do temporal e estrutural, ela fornece balizas imprescindíveis para a compreensão da mesma. Nesse sentido a análise histórica dá os elementos para a compreensão da ciência enquanto cultura, ou então como fator atuante na técnica de produção. Outrossim, ela é fundamental para as investigações acerca da lógica do desenvolvimento científico, da epistemologia e do método”.

⁴⁶“O reator IEA-R1 iniciou a construção do prédio em 1956 (...). Isso vem de um passado dolorido por que houve o problema (...) duas bombas atômicas foram lançadas no Japão e o mundo conheceu a energia nuclear através dessas bombas. Isto fez com que ficasse um estigma, (...) esse trauma em relação a esse tipo de tecnologia (...). Os EUA, pós a guerra resolveram mudar (...) mostrar para a opinião pública que a energia nuclear poderia ser usada beneficemente e isso está mais que comprovado. Através das usinas nucleares que produzem energia elétrica e dos reatores de pesquisa que produzem radioisótopos, para a indústria para esterilização de seringas, de fraldas, para gamagrafia industrial, para a agricultura onde os pesquisadores utilizam fontes para a esterilização de sementes – duram meses e não apodrecem. E pode até auxiliar no problema da fome no futuro (acrescentamos se houver vontade política de acabar com a fome) principalmente em países quentes como o Brasil”. Depoimento, gravado, do pesquisador Roberto Frajndlich em 18/11/2002.

⁴⁷ Motoyama Shozo (1974). História da ciência-perspectiva científica. Coleção da revista de história sob a direção do professor Eurípedes Simões de Paula. XLVI, pág. 12.

⁴⁸ Motoyama Shozo (1974). História da ciência-perspectiva científica, Coleção da revista de história sob a direção do professor Eurípedes Simões de Paula. XLVI, pág. 12.

O desenvolvimento científico e tecnológico tem sido um dos fatores que provoca mudanças na sociedade ainda que não em sua essência e estrutura⁴⁹. Não obstante, é inegável que C&T agem no seio das sociedades provocando mudanças que devem ser explicitadas quanto ao seu caráter.

Comparando os EUA e outros países com o Brasil constatamos essas mudanças desiguais. Falamos aqui dos benefícios advindos diretamente das aplicações de C&T, sustentadas estas pela economia. O que estamos querendo apontar é que, uma vez que ambos os países são capitalistas, as relações de produção em ambos são basicamente as mesmas. Essas atuam, grosso modo, tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles ditos em desenvolvimento, da mesma forma na superestrutura da sociedade e nas instituições que lhe dão vida⁵⁰.

Existem aqueles que poderiam porventura criticar esse raciocínio, alegando que o desenvolvimento de uma sociedade só se dá com as mudanças das relações de produção, que estão historicamente determinadas. Outrossim, estamos falando, tão somente, na modificação ocorrida pela introdução de métodos mais eficazes. O sentido é de economia de tempo e trabalho, e maior rendimento da matéria prima usada em um processo etc. O importante seria que tudo isso fosse canalizado para um aumento de bens e serviços para todas as camadas da população (ou classes). Não obstante não intentamos explicitar como seriam as relações de produção para que este Estado pudesse existir.

⁴⁹ Optamos por dar um exemplo particular para explicar o que estamos querendo explicitar. O desenvolvimento de aparelhos médicos, técnicas operatórias, novos equipamentos responsáveis por uma melhoria da medicina preventiva, etc não são imediatamente utilizados por ampla camada da população que deles necessita. No entanto, com o passar do tempo o custo dessas invenções, desenvolvimentos, tecnológicos, etc barateia e a população começa a ter maior acesso aos mesmos, muito embora continuemos a ter classes privilegiadas em todos os aspectos da vida.

⁵⁰ Vamos definir o que entendemos por relação de produção baseando-nos em Rosental, M e Iudin, P. (1959), página 439 e 440. São as relações que adquirem os homens no processo de produção dos bens materiais e que constituem a base econômica da sociedade. Todo sistema da vida social, assim como a estrutura interior da sociedade são ambos determinados pelo caráter das relações de produção. O estado das relações de produção responde a pergunta “em poder de quem se encontram os meios de produção?” Aproveitamos esta última frase para delimitarmos até onde concordamos que as relações de produção são os únicos determinantes do caráter de todas as relações sociais, políticas, jurídicas etc. Se assim acreditássemos estaríamos aceitando um determinismo social muito forte condicionado às relações de produção. Existem, na sociedade, certas autonomias que desequilibram a relação entre as classes dominantes e dominadas e que não corresponde à idéia central daqueles que afirmavam que a classe explorada cria toda a riqueza social e os exploradores se apropriam dessa riqueza. Os intelectuais, os tecnologistas, os cientistas, embora estejam a serviço do que entendemos por poder dominante, não são os exploradores tampouco são os explorados e mesmo assim criam uma riqueza social. Essas relações são muito mais complexas do que poderíamos prever no passado. Existem interesses de grupo, de corporação, do Estado, que fogem ao raciocínio mecânico de que tudo o que ocorre no mundo está diretamente e unicamente representando as classes dominantes. Se assim acreditássemos não estaríamos escrevendo esse trabalho de tese. Não pretendemos nos alongar em explicações, pois esta não é a nossa preocupação central, no momento. Ficamos satisfeitos em nos posicionarmos.

Procuramos aclarar o campo que estamos tratando⁵¹. Também não se trata de sermos reformadores. Traçamos nossa análise pensando no que existe hoje, em nossa sociedade. Somos otimistas - mesmo vivendo em um mundo com relações de produção em que prevalece uma classe, é possível melhorar a qualidade de vida da população ainda que sendo preterida em relação à outra (alguns falam, não sem sentido, dominada).

A rigor pretendemos expor nossas idéias no que tange à contribuição advinda de C&T, sobretudo, na área polêmica como a nuclear.

Em Magalhães⁵²(2000) temos exemplos do avanço que C&T podem proporcionar a uma sociedade como o Brasil, destacando a aplicação da energia elétrica e o progresso industrial no solo brasileiro, no período da República Velha.

Entretanto, não deixamos de concordar com aqueles que afirmam que a base econômica da sociedade dá origem a uma forma de superestrutura. Outrossim, esta superestrutura é constituída por instituições políticas e jurídicas etc. Entre estas instituições temos a ciência, a cultura da sociedade, suas idéias estéticas e filosóficas. É decerto ingenuidade pensar que a relação entre essas instituições e a formação econômica da sociedade seja fácil de analisar.

Outra questão inegável é que cada formação econômica tem suas próprias leis históricas que regem, em última análise, a dinâmica da sociedade sem, contudo ser o único referendado para a sua evolução. Em essência o que estamos interessados é em explicitar que tanto os países capitalistas “desenvolvidos” como aqueles “em desenvolvimento” podem ser analisados segundo uma mesma perspectiva geral.

Trata-se de uma análise da relação entre C&T e desenvolvimento existentes nas sociedades denominadas capitalistas, em fase de desenvolvimento e aquelas outras desenvolvidas. Ou seja, o que é que poderia existir, dentro da estrutura vigente, num país como o Brasil.

⁵¹ Deixamos claro que, embora o método científico seja importante e é por isso que dedicamos a ele um capítulo à parte, pensamos como Rocha Barros: “não damos a esse o peso maior de existirem sociedades capitalistas mais desenvolvidas e outras menos desenvolvidas”. Rocha Barros, Maurício (1997). Ciência pura, ciência aplicada. São Paulo. Hucitec, pág. 61.

⁵² Magalhães, Gildo (2000). Força e luz. FAPESP/UNESP

O sistema econômico e a superestrutura de uma sociedade, em uma etapa da evolução histórica, correspondem a uma formação econômico-social. Contudo, nem todos os países capitalistas se encontram no mesmo patamar de relações sociais embora, basicamente, suas relações de produção sigam as mesmas leis.

No Brasil confunde-se consumo de bens importados com desenvolvimento, sem falar que o consumo não é um benefício para todas as camadas da sociedade – somente uma porcentagem muito pequena de brasileiros tem acesso a produtos como microcomputadores, vinho francês, ultra-sonografia computadorizada etc.

Torna-se difícil falar de benefícios advindos das aplicações de C&T num país tão desigual onde uma porcentagem muito pequena da população ganha salários condizentes com uma vida que podemos chamar de saudável. No entanto, existem relações recíprocas entre o conjunto de formas de produção de uma sociedade e ciência e tecnologia, que não são basicamente diferentes nos países de regime capitalista, sendo assim, não podemos analisar o atraso entre C&T de países como o Brasil por esta óptica – ou seja, pelas relações de produção tão somente.

A ciência e tecnologia, enquanto instituições, se ligam à produção indiretamente. No entanto, a forma de produção, em si mesma, não é a única força que atua no desenvolvimento de uma sociedade.

Persistimos em dizer, que a formação econômico-social capitalista tem suas próprias leis gerais, que unem os diferentes países, inseridos neste contexto, em um processo histórico semelhante. A nosso ver, essas leis no capitalismo⁵³, determinam que exista uma classe dominante que detém o poder político da sociedade. Esta classe procura não abrir mão do poder político, para que não ocorram transformações que possam ir contra seus privilégios e interesses.

⁵³ Não podemos esquecer que o capitalismo convive com outras formas sociais, como o feudalismo, o escravismo, que são ilhas dentro do sistema. Esta é uma outra complicação para a análise, mas que não é essencial para o que estamos tratando.

Ainda assim, vemos, no mundo capitalista, sociedades que produziram mais bem estar para a sua população que todo o conjunto de outras sociedades, inclusive as sociedades ditas socialistas⁵⁴.

Entre os indicadores utilizados para medir a geração de riquezas de um país, temos o Produto Interno Bruto (PIB), que mede o conjunto de bens e serviços produzidos por um país ao longo de um ano.

O PIB permite que façamos algumas comparações entre os países do mundo, no que se refere ao potencial econômico. Os EUA. produzem em torno de 30% das riquezas do mundo. O PIB dos EUA. é de cerca de US\$ 9,9 trilhões, e o do Brasil, que oscila entre o nono e o décimo segundo PIB do mundo, é de US\$ 660 bilhões. A soma do PIB de apenas três únicos países (EUA, Japão e Alemanha), num universo de quase 200 nações⁵⁵, representa a metade do PIB mundial. Como os 25 países com maior PIB produzem cerca de 90% da riqueza do mundo, os restantes contribuem apenas com 10%. Dentro de um mesmo país essa relação também é assimétrica. No Brasil a região Sudeste apresentava, no ano 2000, 57,8% do PIB nacional, sendo que, 33,7% foram gerados em São Paulo⁵⁶.

O historiador Doutor Nicolau Sevcenko⁵⁷, quando perguntado, pela reportagem da Folha de São Paulo, sobre a frieza dos números, quando se trata de analisar se o país melhorou no século XX, desfaz o falso mito de que riqueza representa um melhor bem-estar para a população.

“O problema não é tanto do quantitativo total, mas da questão redistributiva. O país cresceu, mas não redistribuiu, não só os recursos econômicos, mas também oportunidades sociais”.

⁵⁴ Ainda que muitos questionem se houve realmente uma sociedade socialista.

⁵⁵ “Uma pergunta sobre geografia muito freqüente é: quantos Países existem no mundo? A quantidade de números diferentes que se ouve ou se lê é inacreditável, pois a maioria das fontes utiliza critérios diferentes do que os que realmente identificam um País. Dependendo da fonte, encontraremos como resposta 189, 191, 192 ou 193 países independentes no mundo. Sabemos que existiam 189 países membros das Nações Unidas, até 03 de março de 2002 (hoje são 191 países membros). Por isso, o número 189 é muito usado para representar a quantidade de países no mundo. Embora este número represente quase todos os países no mundo, há ainda dois países (Taiwan e Vaticano) que são independentes e que não são membros da ONU. Neste momento chegaríamos a $191 + 2 = 193$ países”. Site Internet: vol.eti.br/geo/curiosidades/quantos-paises.asp.

⁵⁶ site:clubemundo.com.br/revistapangea/show_news.asp?n=179&ed=4

⁵⁷ Entrevista para o jornal Folha de São Paulo: Sevcenko, Nicolau (2003). O grau de segregação aqui é extremo”. Especial 5 (Brasil do século 20), 30/09/2003.

Para o Doutor Sevcenko, uma pergunta maniqueísta que exigisse uma resposta categórica - sim ou não – distorceria a questão. Têm indicadores gerais que são favoráveis como o aumento da expectativa de vida das pessoas. Prossegue o professor Sevcenko afirmando que:

“(...) em parte isso tem a ver com o desenvolvimento de tecnologias como saneamento, medicina preventiva, farmacopéia. Os números do Brasil não significam o resultado de uma administração que levou em consideração esses aspectos. É talvez mais um dado do século que do Brasil”.

O historiador Doutor Manolo Florentino reflete sobre a outra ponta do mesmo problema quando aborda que, com o avanço da tecnologia ficou mais difícil a ascensão social dentro do país. Analisa ainda que o Brasil também representa dentro da ordem mundial o incremento da exclusão. Aqui, na análise de Manolo, o acesso à cidadania representa uma forma de fugir da pobreza extrema⁵⁸. O enfoque do nosso trabalho seria diferente se concordássemos inteiramente com o Doutor Manolo ou com Arrighi (1996,1997). A exclusão não está na tecnologia em si, mas na maneira como a engrenagem funciona. Voltaremos ao tema.

A grande diferença de riqueza entre as nações, e o fosso que as separa é preocupante e diferentes autores vêm analisando o tema há muitos anos. Um deles, Arrighi⁵⁹ (1996 e 1997), fez um estudo macro, através do Produto Nacional Bruto (PNB) dos países existentes no mundo. Neste estudo era como se o autor estivesse olhando por cima de uma floresta e vendo uma massa verde compacta, sem distinguir as diferentes espécies da rica vegetação no seu interior. Buscou analisar as saídas e impasses do modelo de desenvolvimento capitalista e o seu esgotamento. A conclusão final desse autor é que o modelo não permite o desenvolvimento de todos e que, possivelmente, uma vez esgotado, irá sofrer uma transformação, seja ou não de caráter estrutural. Ficou em aberto qual a

⁵⁸ “Para além dos aspectos intrinsecamente financeiros, não surpreende que a revolução tecnológica pela qual o mundo passa nos últimos 25 anos tenha marcado o início do fim do ciclo expansionista brasileiro. Menos ainda que os 10% mais ricos de nossa população tenham aumentado sua participação na renda nacional, com queda de 20% do salário médio real de 1980 a 2000. é que entre nós, mais do que muitas culturas ocidentais, também na retração econômica a conta da crise é paga de modo desigual, incrementando a exclusão. Florentino, Manolo (2003). Estagnação cria identidade racial. Fôlha de São Paulo. Brasil do século XX. Especial 4. 30/09/2003

⁵⁹ Arrighi, Giovanni (1996). O longo século XX. Poder e as origens do nosso tempo. Arrighi, Giovanni (1997). A ilusão do desenvolvimento.

opção que será tomada pelos Estados, que por sinal, também cremos ser inevitável, muito embora não saibamos quando e como.

No entanto, acreditamos que a realidade delineada por Arrighi pode influenciar, contudo não determina as políticas econômicas internas de cada Estado, mesmo no modelo capitalista. Nada impede a escolha de um caminho de políticas econômicas, com margem de liberdade dentro do modelo e, segundo as características e necessidades de cada país, à parte a questão da exploração e da exclusão.

As leis do mercado não são os únicos instrumentos que um Estado têm para seguir. Existe um momento – inovação – em que o Estado deve estar preparado para se desenvolver. Vemos uma saída na opção de investir em ciência, tecnologia e educação (um exemplo foi o Japão, muito embora passe por uma recessão juntamente com a Alemanha nesse início do século XXI).

A história tem demonstrado que investimento em C&T e capital humano são fatores importantíssimos de alavancagem, para o desenvolvimento. Aliado a estes investimentos e a uma política soberana e equilibrada, entre mercado interno e externo, a industrialização, a saúde, a competência em todas as áreas do saber, etc serão uma consequência.

Riqueza, crescimento, inclusão e industrialização não se confundem⁶⁰. A média percentual do PIB usada em pesquisa e desenvolvimento difere muito de país para país, mas é sintomático que aqueles que investem maior parcela do seu PIB em P&D são menos afetados pelas crises e deficiências do modelo capitalista.

Sabemos que a crise mundial não pode ser resolvida tão facilmente como se juntássemos compostos químicos e tivéssemos a previsão do que aconteceria. Afinal, de cerca de 5,5 bilhões de pessoas, um bilhão e trezentos mil vivem com menos de US\$ 1,00 por dia. Segundo o programa de desenvolvimento da ONU, 25 milhões de pessoas em todo

⁶⁰ “No século 20, a riqueza do Brasil aumentou quase 12 vezes mais que a população, mas não houve divisão. É o que mostra a publicação ‘Estatística do século XX’, divulgada pelo IBGE. Em 1960, os 105 mais ricos do país ganhavam 34 vezes o recebido pelos 10% mais pobres; a diferença chegou a 60 vezes em 1991 e caiu para 47 vezes em 2001. Na virada do século, os rendimentos somados dos 15 mais ricos equivaliam aos rendimentos dos 50% mais pobres. O estudo mostra que o Brasil ficou mais velho, urbano, (...), alfabetizado e industrializado. Mas a marca nacional é a desigualdade – de renda, racial, de gênero e regional. Caiu a mortalidade infantil, mas muitos ainda morrem de infecções típicas do terceiro mundo. Há mais pessoas na escola, mas a qualidade do ensino piorou”. Folha de São Paulo. País fica mais rico, educado e urbano, pior e mais desigual, página A1 de 30/09/2003.

o mundo caem a cada ano para baixo do nível de pobreza. Cerca de quatro milhões de crianças e adolescentes em 1998 sofriam algum nível de desnutrição. Os dados expostos poderiam nos desanimar não fosse a convicção de que a “falta de riqueza” no mundo é aparente, e que, na realidade, ela é mal distribuída.

Os ativos das três maiores multinacionais do mundo são superiores ao PIB conjunto de sessenta e quatro países⁶¹. Em 1994 o Brasil investiu 0,4% do seu PIB em pesquisa e desenvolvimento (P&D) contra 2,4% dos EUA, 3,5% do Japão, 2,5% da França, 2,6% da Coreia do Sul. A importância de investimentos em pesquisa é notória. Em 1999 a União Europeia gastou 1,8% do seu PIB em pesquisa e desenvolvimento, os EUA, 2,8% e o Japão 2,9%. Não analisamos as diferentes metodologias para o cálculo percentual do PIB que foi investido em P&D em cada país. No entanto, vemos que investimento em C&T aliado à educação, não pode estar equivocado. Se assim o fosse os países de “peso”, na economia internacional, teriam mudado o rumo de seus investimentos.

Se o Estado Nacional é soberano, como acreditamos, ele é um instrumento para viabilizar as medidas que podem nos conduzir, quando não, à riqueza comparável àquela dos países mais ricos do mundo, pelo menos à condição de vida saudável, nas próximas décadas. Felizmente como diz o poeta, nada é eterno, somente o movimento⁶².

Não se trata de afirmar que esta sociedade capitalista é aquela que detém a melhor relação entre o modo de produção e o bem estar humano possível e que deva ser mantida “ad aeternum”, mas sim de analisar, objetivamente, as possibilidades para todos os países num mundo onde prevaleça uma ética, por exemplo, judaico-cristã⁶³. Infelizmente, as poucas experiências socialistas no mundo, à parte a complexa China com suas

⁶¹ “Das 200 principais multinacionais com ativos no exterior, a Exxon é maior, com US\$ 63 bilhões, na 45ª posição, com um valor próximo ao PIB do Chile. A General Motors, com um valor agregado de US\$ 57 bilhões é a 47ª no ranking, supera países como o Peru, Argélia e Nova Zelândia. A Volkswagen, com US\$ 24 bilhões, tem um valor equivalente ao PIB de Cuba.. O Brasil ocupa a nona posição, com um PIB de US\$ 595 bilhões, seguido pelo México, com US\$ 575 bilhões. A ONU mostra que maiores economias estão nas mãos de multinacionais”. Site: tribuna.inf.br/antiores/2002/agosto/13/noticia.asp?noticia=economia11. 13/08/2002. Se essas são assim, imaginemos o que representam àquelas três primeiras colocadas. Então, realmente o problema do mundo não é falta de dinheiro.

⁶² Nenhum lugar. Lugar nenhum perdura./Um ventre a sombra alisa, um plano/ O sol levanta, cumes que o vento/Plissa. Sol branco, sol negro, o vento/ Apaga os rastros da areia, apaga (...)/Poemas que se deixam, / E o lugar é aqui, e lá o ontem. Trecho da poesia “Marginália de escarpas”. Batista (2000).

⁶³ Devemos dizer algumas palavras sobre esta afirmação. Não se trata de propor que sejamos, religiosamente falando, cristãos. Estamos nos referindo aos princípios e normas assentados numa coleção maravilhosa de livros – A Bíblia. “A idéia de que o homem foi criado à imagem de Deus leva não só ao conceito da igualdade entre eles, ou mesmo da sua liberdade em relação a Deus, como também a uma convicção humanista central de que todo homem encerra, em si, toda a humanidade”. Este trecho foi escrito por Fromm, Erich (1988), O espírito de liberdade, p.69, que era confessadamente ateu.

peculiaridades, nos mostraram que precisa haver uma modificação na concepção de desenvolvimento atrelado unicamente às relações de produção.

Ainda está para ser desenvolvida a teoria que possa suplantar, em qualidade, tanto a proposta capitalista quanto a socialista. Uma idéia teórica a ser buscada, por exemplo, seria que a estrutura da sociedade propiciasse que as indústrias, os serviços de saúde, os outros serviços, a educação, etc, além de fazerem uso de C&T, colocassem, não somente, estas últimas a serviço do capital, mas que também viessem a permitir uma maior socialização dos benefícios advindos de avanços tecnológicos. Uma utopia? O mundo não se teria desenvolvido sem as utopias que se tornaram realidade⁶⁴.

Não temos a solução definitiva e pronta e nem é nosso intento nos prolongarmos mais nessa direção, pois fugiria ao nosso tema. Estamos descrevendo o cenário em que se insere a Instituição, e justificando a análise que iremos fazer das possíveis contribuições que o IPEN não foi capaz de levar adiante dentro do sistema em que vivemos (Além, é claro, das suas conquistas).

Países como EUA, França, Alemanha etc apresentam um entrelaçamento forte entre as atividades de C&T e a indústria. Paradoxalmente aquelas (C&T) estão a serviço do capital que domina o mundo. Isto fez com que, nestes países, houvesse maior planejamento, conforme suas necessidades, ainda que a ciência tivesse tido um caráter mais de apoio à indústria, nos EUA, do que nos países europeus desenvolvidos. Esta, a ciência, naqueles países, não se desenvolveu de maneira anárquica e dispersa, pois a educação e a formação dos jovens é levada muito mais a sério⁶⁵.

⁶⁴ “Creio que o sonho não acabou porque entendo que o ser humano não pode, ou melhor, não deve dele prescindir. O que normalmente ocorre é que as vertentes dos sonhos seguem para o caminho que leva à sua dissipação, como se uma névoa fora. Mas sempre haverá um jovem, uma criança e, porque não, um jovem de idade avançada que recolhem um pouco dela e a embalam, esperando que o cio da natureza, ou das transformações sociais, ou mesmo tecnológicas torne a inseminá-las para que possam brotar outros e espetaculares novos sonhos”. Burti, Alencar (2002). Drummond (1999) ironicamente escreve uma poesia sobre o ato de sonhar dando-lhe o título de “Sentimental”: “(...) Eu estava sonhando/ e há em todas as consciências um cartaz amarelo: “Neste país é proibido sonhar””. In sentimentos do mundo, página 33.

⁶⁵ No editorial do jornal do IPEN (maio de 2001) comenta-se: “Na recente divulgação do índice de desenvolvimento mundial, criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento com o objetivo de mensurar como os países estão criando e difundindo tecnologia ficou claro a defasagem brasileira na área de ciência e na de tecnologia. Vários especialistas enfocaram a necessidade de investimentos no ensino, em todos os níveis, no treinamento especializado e na preparação de mão-de-obra qualificada para alavancar o desenvolvimento do país. Para o IPEN está claro qual deve ser a sua participação nesses dois aspectos”. Órbita ipen. Editorial. Ano I, número 4, maio/junho 2001 p. 2 José Leite Lopes analisando a qualidade do ensino no Brasil responde para a revista Galileu: “Quando era estudante secundário (**ele se formou em 1934**), aprendi gramática histórica, a origem do português, história das ciências, latim. O ensino era muito bom, mas depois sofreu uma degradingolada. (...). O Brasil forma mal os professores e aí eles passam mal os seus conhecimentos para os alunos. Com isso eles não aprendem a gostar de física e química. Além disso, os colégios não têm equipamentos. Hoje a idéia é dar computador, mas isso não é tudo. Microscópios e outros equipamentos fundamentais

Nos países desenvolvidos, por conta dos fortes interesses do capital, impera menos isolamento da investigação científica, não obstante, estamos começando a sentir, neste final do século XX e início do século XXI, um desgaste do modelo também para os países do chamado primeiro mundo, sendo assim, vemos grandes projetos sendo desacelerados como é o caso daqueles da NASA (EUA.).

No entanto, ainda são esses países que lideram o recebimento de “Prêmio Nobel”, as publicações científicas, as patentes⁶⁶. A qualidade de vida de seus povos é muito superior àquela existente nos países sul-americanos, como é um fato sabido⁶⁷.

Nos países em desenvolvimento, C&T são um reflexo do que acontece nos países desenvolvidos. Conseqüentemente, não se dá a devida importância política para a reorganização econômica da sociedade fincada em bases científicas. Não existe planificação para divulgação científica a fim de interessar aos jovens da sociedade.

Nos últimos anos temos visto aumentar o número de concorrentes ao vestibular para economia e diminuir para física, o que é um reflexo da própria sociedade que nós mesmos construímos, direcionada para o mercado. À parte alguns órgãos de fomento localizados, como é o caso da FAPESP⁶⁸, em São Paulo, não existe uma distribuição de verbas

não são dados. Os alunos não sabem qual é a realidade da natureza”.Lopes, José Leite (2002). Cientistas desprezam o ensino básico. Entrevista.

⁶⁶ “O Brasil publica apenas 1,44% da pesquisa mundial”. Leite, Marcelo (2003). Folha de São Paulo Caderno Mais, página 18. 30/11/2003.

⁶⁷ “No Brasil, com raras e lúcidas exceções, o debate em torno da pesquisa científica e tecnológica tem, ainda hoje ficado restrito ao ambiente acadêmico. (...). Internacionalmente, a categoria dos cientistas e engenheiros (C&E) é usada para descrever os profissionais empenhados em pesquisa e desenvolvimento (P&D). No Brasil eles são (...) 80 mil – 89% dos quais ligados a instituições de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico e 11% as 651 empresas privadas que mantêm atividades de P&D e, que segundo (...) respondem por 49,75% do PIB industrial brasileiro. O número é modesto se comparado ao dos EUA, onde C&E são quase 1 milhão e representam 0,8% da força de trabalho. Desses a impressionante cifra de 764.500 profissionais (72% do total) atua em pesquisa e desenvolvimento em empresas. A distribuição americana se repete em todos os países industrializados (...). As conseqüências óbvias do reduzido número de C&E atuando no setor industrial, entre nós, são a baixa competitividade tecnológica da empresa nacional e a pequena capacidade do país de transformar ciência em tecnologia e riqueza. (...) Mesmo na comparação com países de industrialização recente, a situação brasileira é (...) desfavorável. Enquanto os sul-coreanos, (...), têm quase 75 mil C&E gerando inovação na empresa, no Brasil há menos de 9000. Cruz, Carlos Henrique de Brito (2002). Folha de São Paulo. Caderno Opinião. Tendências/debate, p. A3.

⁶⁸ “As FAPs começaram a serem criadas a partir dos anos 60 para financiar a ciência nos Estados, ao lado dos órgãos federais de fomento. Hoje, elas existem em 22 deles (...). de acordo com as leis estaduais que as criaram as FAPs deveriam receber repasse que varia de 1% a 2% da arrecadação do Estado a que pertencem.” “Infelizmente, só a FAPESP vem cumprindo isso”, diz o presidente do Fórum das FAPs, Francisco Romeu Landi, que também é diretor-presidente da FAPESP”. Silveira, Evanildo (2003). Cientistas se mobilizam para obter financiamento. Estado de São Paulo. Caderno Geral, política científica, página A15. 13/07/2003.

adequadas para a pesquisa. Vivenciamos no ano passado alguns casos sintomáticos das dificuldades por que passam os institutos e as universidades⁶⁹.

O IPEN vem recebendo comparativamente ao aumento do dólar e outros fatores cada vez menos verba⁷⁰. Ainda assim a verba que recebemos não está calcada em uma política científica e tecnológica duradoura, para o país⁷¹.

No processo de produção que sustenta uma sociedade os seres humanos se reúnem para produzir bens materiais, serviços e bens culturais. Nas relações sociais advindas dessa prática os homens interagem e auferem benefícios que lhes proporciona bem estar. Para todas as sociedades capitalistas, o maior ou menor bem estar adquirido ocorre dentro de um mesmo esquema de relações de produção geral. Por que tanta desigualdade, então, de um país para o outro e dentro de um mesmo país? Seriam uns mais capazes do que os outros, ou mais trabalhadores? O que falar da enorme massa de trabalhadores que sustenta o país e praticamente não usufrui benefício da sua prática laboriosa?

Faz-se mister que as possibilidades, que surgem das aplicações científicas e tecnológicas, sejam aplicadas na sociedade. Para que isso ocorra é preciso um

⁶⁹ “Fazer ciência no Brasil fora do Sudeste não é das tarefas mais fáceis. É uma luta diária, na qual os pesquisadores têm de lidar com instituições sucateadas, com infra-estrutura precária, com baixos salários e escassez de recursos. Também há poucos mestres e doutores, o que dificulta a criação de grupos de pesquisa. (...) o químico Paulo Teixeira de Sousa Júnior, pró-reitor de Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), que conhece bem essas dificuldades. “Temos falta de recursos humanos em todos os níveis de qualificação e poucos cursos de pós-graduação. Além disso, estamos com a estrutura da Universidade sucateada, com bibliotecas em situação precária e falta de recursos até para pagar a conta de luz.”. Para o cientista de computação Tarcisio Pequeno, diretor do Laboratório de inteligência Artificial do Ceará, embora fazer ciência no Brasil não seja fácil em nenhuma região, em algumas é mais difícil. “O Brasil, é preciso reconhecer, é uma região periférica do mundo, onde o fomento da atividade científica costuma ser tratado como custo e não investimento.”. Apesar dos problemas os pesquisadores fazem questão de lembrar que a ciência que fazem é igual à de qualquer outro lugar.”. Silveira, Evanildo (2003). Infra-estrutura precária e falta de recursos imperam. O Estado de São Paulo. Caderno Geral, política científica, página A15. 13/07/2003.

⁷⁰ No informe anual do IPEN, ano 2000, na página 14 são apresentados os dados da evolução do orçamento recebido da CNEN de 1995 até 2000. Considerando que muitos dos equipamentos e produtos químicos são comprados em dólar e que também houve uma pequena inflação no período citado não podemos deixar de comparar o valor de R\$12.632.000,00 recebidos em 1995, R\$12.840.000,00 em 1996, R\$16.681.000,00 em 1997, R\$17.440.000,00 em 1998, R\$18.625.000,00 em 1999 e R\$23.510.000,00 em 2000. Acrescente-se a isso o fato de que, de lá para cá, como vimos anteriormente, o custeio para a produção de radioisótopos aumentou consideravelmente (passando de 30% para 52% do orçamento recebido da União via CNEN).

⁷¹ Comentaremos amplamente a dificuldade que uma política científica consistente com as necessidades do país e de longa duração acarretaram para o nosso desenvolvimento. Na Instituição isso se faz sentir de forma especial. Vejamos um trecho dos depoimentos que colhemos junto aos pesquisadores que tiveram cargos de direção no IPEN: “As usinas foram simplesmente abandonadas (nesse período eu não estava mais lá). Não foi feito nenhum plano para o que você chama de descomissionamento (...). A usina fica parada. É uma fase bastante interessante. Quando ocorreu a entrada do presidente Collor nós colocamos os nossos cargos à disposição. Nessa altura fui designado chefe da Engenharia Química. (...). Estamos na gestão do Dr. Cláudio Rodrigues (05/06/1985-28/05/1990). Posteriormente, ainda no governo Collor, quando o Doutor Spero assume a Superintendência (29/05/1990-05/05/1995) a Marinha precisava do produto (UF₆) e sou reconduzido novamente ao Projeto Conversão (PROCON). (...). Encontramos algumas dificuldades na instrumentação por causa da umidade, mas nós colocamos as usinas para funcionarem. Acabando a gestão do Doutor Spero novamente sou tirado das usinas. Na nova gestão do Dr. Cláudio ((06/05/1995 até os dias atuais) recebemos a instrução de que as usinas iriam ser seladas. Seriam isoladas e parariam de operar. Nessa altura elaboramos um relatório estabelecendo critérios de conservação das usinas. A partir daí as usinas não mais operaram”. Wagner dos Santos Oliveira, pesquisador IPEN e um dos gerentes do Projeto Conversão, na segunda metade dos anos oitenta. Entrevista gravada em 05/09/2002.

planejamento e apoio para essas atividades. Este apoio não se faz somente injetando verbas, deve-se planejar com objetivos bem delineados e voltados para o que se quer alcançar, sem anarquia e espontaneidade. As discussões, referentes a qualquer objetivo que envolva C&T e as opções para operacionalizá-las, devem ser realizadas dentro e fora da comunidade científica.

Para que tal procedimento tenha êxito e não se transforme em *lobby* de uma determinada corporação faz-se necessário uma base educacional, formadora de opinião calcada em princípios éticos, técnicos e filosóficos, voltada para os jovens, tanto no ensino fundamental quanto universitário.

O IPEN tem demonstrado uma sensibilidade para a educação com o oferecimento de cursos em todos os níveis. A sensibilidade da Instituição na formação de pessoal será discutida mais adiante, mas queremos adiantar algumas observações provenientes dos pesquisadores da Instituição:

“A formação que o Projeto Conversão (Procon) deu a essas pessoas foi enorme porque tínhamos liberdade para contratar. (...). Nós contratamos pessoas com muita vivência industrial. Tivemos mestres incríveis que eram pessoas (...) de uma liderança industrial (...). As outras pessoas (...) algumas tinham pouca experiência. Elas foram formadas por esses líderes que nós pudemos contratar. (...) se formos analisar em termos de IPEN, como um todo, seriam por volta de 200 pessoas⁷², ligadas ao Procon, e poderíamos estimar mais de 80 a 100 pessoas das outras áreas do IPEN, que prestavam serviço para o Projeto Conversão (.). Num intervalo de tempo de cinco a seis anos o conhecimento científico e tecnológico adquirido por essas pessoas foi muito grande (...). As pessoas dessa equipe, a partir dos anos noventa (1990), mais precisamente 94/95 foram sendo distribuídas para outras áreas do IPEN, algumas se aposentaram. As unidades do Projeto Conversão foram fechadas, e estão fechadas até hoje (...). Olha, (...) essa usina, não ficou muito claro o porquê da parada da unidade (...). Para mim, o que ficou claro foi dominar a tecnologia, montar e produzir. Isso foi feito⁷³ “.

Embora o relato do pesquisador seja muito rico e fale por si só, gostaríamos de fazer alguns comentários. O primeiro deles diz respeito ao que estamos tratando no momento, ou seja, o papel do IPEN na formação de recursos humanos.

⁷² Ver anexo II, com o nome dos envolvidos no projeto. Lista fornecida pelo Doutor Wagner dos Santos Oliveira.

⁷³ Wagner dos Santos Oliveira, pesquisador IPEN e um dos gerentes do Projeto Conversão, na segunda metade dos anos oitenta.

O segundo ponto que observamos é sobre a perseverança do Estado brasileiro em manter uma linha de trabalho. O próprio gerente do Procon não consegue ver com clareza a razão pela qual foram interrompidos os trabalhos. Isso significa, no mínimo, que não havia uma política de continuidade para o projeto e com a agravante de que a sociedade não foi esclarecida sobre os gastos e o tempo envolvido no projeto. O próprio Dr. Wagner nos conta que por um período: *“passaram”* muitas visitas e políticos pelas dependências, onde o projeto estava sendo desenvolvido, *“pois afinal tornava-se necessário um aval político para a enorme verba que estava sendo alocada”*. E na hora de desativar, quem decidiu?

As visões sobre um mesmo tema normalmente são diferentes e enriquecem a análise. Não poderíamos deixar de mencionar o que pensa outro pesquisador, intimamente ligado e interessado pelo Projeto Conversão, o então coordenador da COPESP, Doutor Othon Pinheiro da Silva (já citado anteriormente), que se refere a essa “tomada de decisão” como algo de bom senso e um princípio básico de engenharia de segurança:

*“Aquela instalação do hexafluoreto de urânio me preocupava porque não era um prédio, uma contenção. As quantidades (**manuseadas**) eram maiores (**que as permitidas para aquele tipo de instalação do IPEN**). Uma vez nós levamos o Doutor Rex Nazareth (**presidente da CNEN na época**), e ele concordou. (...) Nós continuaríamos operando com o hexafluoreto de urânio, mas não à carga total (...). tinha que trabalhar com a capacidade mais baixa até o ponto em que começava a instalação (**industrial**) em outro local do país. Essa idéia não foi para provocar a construção da Instalação em Aramar. Era um fator de inquietação ter no Campus (**USP**) uma unidade de produção. A unidade de produção não tem que estar no centro da cidade⁷⁴”.*

Ainda quando perguntado se na previsão inicial do programa de desenvolvimento do ciclo do combustível previa-se a transferência de tecnologia, e o Almirante Othon respondeu que pela lógica isso deveria ocorrer: *“Se não era essa a previsão deveria ser”*. Não obstante, continua afirmando que:

“O que não pode é parar as pesquisas. Quando nós propusemos que o IPEN não ficasse toda a vida naquela produção porque esta deveria ser realizada por uma fábrica (...) que fosse usada sua capacitação desenvolvendo novas tecnologias, otimizando processos para o próprio hexafluoreto, tetrafluoreto de urânio, (...). Que a Instituição fosse convertida em várias unidades menores, mas tecnologicamente bastante instrumentadas. Ainda cabia a ampliação da metalurgia extrativa, pois se analisarmos, no país, são poucos os casos de trabalhos com minérios (...). Temos minérios de várias partes do país (...) que cada unidade se especializasse num tipo de minério. Não teria sentido um instituto com a capacidade do IPEN estar

⁷⁴ Almirante da Marinha do Brasil Othon Pinheiro da Silva. Entrevista gravada em 02/12/2002

realizando um processo de rotina. Deveria ser ampliada a parte de pesquisa. O Procon deveria ter continuado as suas atividades, embora não como uma fábrica, teria que desenvolver o processo e transferir para uma fábrica, uma indústria (...) de preferência para Rezende (atual INB⁷⁵). O grave não é ter parado o Procon, o grave é ter parado a idéia, inicial do Procon, que o Dr. Alcídio tinha de “encarar” novos desafios, ou seja, que temos que ter a capacidade de tratar ocorrências minerais do país. Ali deveria ser um centro de metalurgia extrativa de grande excelência⁷⁶”.

Acrescenta-se que, no país, deve existir um fórum que possa criticar os sistemas caducos ou impostos, seja pelos países desenvolvidos ou pela camada dominante da sociedade, com os cientistas participando deste fórum. Setores da pesquisa voltados para aplicações industriais não devem, forçosamente, ocorrer como uma mera importação de equipamentos e máquinas modernas com tecnologia embutida. É preciso uma política bem clara para C&T onde aqueles setores se insiram. Isso não é fácil dentro da nova ordem mundial.

Não podemos esquecer que vivemos uma fase denominada globalização⁷⁷. As C&T, face à pressão exercida pelas forças do mercado na competitividade global, são instrumentos cada vez mais necessários para o desenvolvimento mundial e local. Dia a dia é maior a necessidade de pesquisas que atendam ao rápido processo de inovação tecnológica, pelo qual o homem “escolheu” seguir na sociedade capitalista que, por sua vez, também é uma “escolha”. Só não discutimos se é inevitável o caminho percorrido. O processo de globalização discutido, que começou com as grandes navegações, para muitos, se firmou a partir do último quartel do século XX. O mundo encolheu.

Os avanços tecnológicos, engendrados pelos países desenvolvidos, transformaram, mais e mais, o capitalismo industrial em capitalismo financeiro, altamente informatizado.

Não podemos ter a ilusão de que basta declararmos que somos contra ou a favor a essa globalização, para resolvermos os nossos problemas de subdesenvolvimento. Ainda não

⁷⁵ Em 06/10/2003 o Ministro de Ciência e Tecnologia, Roberto Amaral declarou que o Brasil começará a produzir industrialmente urânio enriquecido, para ser utilizado como combustível nuclear para as usinas nucleares Angra 1 e 2. As ultracentrífugas estão sendo instaladas, em Rezende, nas Indústrias Nucleares do Brasil (INB), segundo o ministro. O Almirante Alan, que coordena o Centro Tecnológico da Marinha do Brasil tinha, em depoimento (gravado) de 25/11/2002 nos deixado a par dessa transferência de tecnologia – desenvolvida pelo IPEN e Marinha – para a INB. Ver Boletim FAPESP de 06/10/2003.

⁷⁶ Almirante Othon Pinheiro da Silva. Entrevista gravada em 02/12/2002

⁷⁷ Para maiores detalhes ver Stiglitz, Joseph (1982), prêmio Nobel de Economia em 2001. A globalização e seus malefícios. Futura.

alcançamos a plena fase de capitalismo industrial, muito embora tenhamos conseguido alguns avanços em relação ao início do século XX.

Em nossas vidas pessoais, não podemos ir caminhando segundo os nossos vizinhos, com os mesmos hábitos, embora de uma maneira geral façamos parte de uma mesma cultura, também não podemos e não devemos seguir as mesmas diretrizes que seguem os países desenvolvidos, que teimam em ditar as normas para as nossas políticas econômicas, industriais, tecnológicas⁷⁸ etc.

O exemplo trágico de um dos nossos vizinhos - Argentina⁷⁹ - está aí para nos alertar desse perigo. Temos toda a chance de aprimorar as nossas relações sociais e obter melhor qualidade de vida.

O IPEN é uma instituição que faz parte do cenário de ciência e tecnologia do nosso país. Tem o dever de pautar sua conduta segundo orientação de bem servir a sociedade. No entanto, não pode desligar-se de seu objetivo principal, que é desenvolver tecnologia segundo um programa nacional de pesquisa em C&T. A sua comunidade científica precisa, sobretudo os seus quadros dirigentes, pressionar o poder público para alcançar o apoio para a continuação de suas pesquisas.

⁷⁸ “O campo de predominância dos Estados Unidos se caracteriza pelo fato de compreender um amplo conjunto de países que, embora conservando sua soberania formal – hino, bandeira, exército de parada, eleição de seus dirigentes, quando democráticos – estão submetidos a um conjunto de poderosos constrangimentos – econômicos, financeiros, tecnológicos, culturais e políticos – de tal sorte que seus dirigentes são compelidos, ainda quando não o desejem, a seguir uma orientação compatível com a que lhes prescrevam os principais interesses americanos. Estes, no topo do processo, se exprimem por injunções do governo americano. Correntemente, exprimem os interesses do capital financeiro e das multinacionais, exercidos no âmbito do processo de globalização, mas efetiva e predominantemente, representando os interesses corporativos americanos (...) O “império americano”, distintamente, não visa ao controle direto de suas “províncias” mas sim a nelas impor, em graus variáveis de ordenação, o atendimento dos principais interesses americanos. Estes, fundamentalmente, podem ser reduzidos a duas exigências: (1) preservação, por parte dos EUA, de seu monopólio atômico e incontestável predomínio militar (...) livre acesso das empresas americanas aos mercados “provincianos”, gozando de igualdade de direitos e facilidades com as empresas locais”. Jaguaribe, Helio (2002). Brasil, Alternativas e saída. Pág. 17. Aqui podemos compreender claramente a dupla dificuldade por que passou um instituto de caráter nacional e voltado para a pesquisa nuclear como o IEA/IPEN.

⁷⁹ “Distintamente, o “império americano” não visa a assegurar uma racional e basicamente eqüitativa administração de suas “províncias”. Visa apenas a nelas impor a predominância de seus interesses básicos, a que se fez precedente referência. Essa orientação conduz, na prática, a medidas que prescrevem uma orientação neoliberal às províncias do “império”, com decorrências que variam conforme as características de cada caso. Países de pequenas dimensões e população como no caso das cidades-estados asiáticas, Costa Rica, na América latina e, mais qualitativamente, Chile, tendem a ter resultados positivos, porque dada a existência de uma restrita população, os excedentes gerados pela economia neoliberal são suficientes para compensar o desemprego (...) nos países de grandes populações como nos casos extremos de Indonésia e Paquistão e, em larga medida México e Brasil – embora este último seja uma “província não consolidada”- os efeitos do “império americano são nitidamente negativos. (...) Os resultados da administração provinciana, nos grandes países de grandes populações, foram extremamente negativos, incrementando o desemprego e a dependência do sistema financeiro internacional, conduzindo, no limite, como ocorreu com a Argentina, ao colapso da economia nacional”. Jaguaribe, Helio (2002). Brasil, Alternativas e saída. Pág. 18 e 19.

Destacamos aquelas que, sendo necessárias para o país, obtiveram êxito como foi o caso daquelas voltadas para o ciclo combustível no IPEN. Logicamente, tudo isso não é fácil de resolver - requer força de vontade, autodeterminação, prosseguimento das pesquisas, após o domínio da tecnologia, inicialmente proposta, visando a implantar o que foi desenvolvido em escala industrial pelo empresariado nacional.

Essa nova etapa também requer uma política, pois, às vezes, o empresariado acha mais viável importar do que produzir. A relação custo-benefício, na visão empresarial, está preferencialmente dirigida para o lucro dentro do sistema capitalista. O incentivo concreto ao desenvolvimento via C&T não é impossível de ser realizado, pois isto já ocorre nos países desenvolvidos. É uma questão que passa pela vontade política, tanto dos países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Aqui voltamos à política que prevalece, neste caso, sobre as relações econômicas, pois é ela que mantém os interesses de uma classe.

Assim, pode-se e deve-se também proteger o resto da população. É fundamental que os cientistas e tecnólogos sejam engajados num propósito social para o país e sejam menos individualistas. Mais adiante poderemos sentir bem como essas questões se encaixam na vida do IPEN⁸⁰. Adiantamos que a comunidade científica do IPEN raramente se posicionou frente a estas questões por uma falta de tradição desde a fundação da Instituição.

Desde a criação do IEA, seus superintendentes se viam “obrigados” a exercer o controle político de seus subordinados, limitando as discussões de interesse nacional. Ao que nos consta, por exemplo, nunca houve um debate, dentro da Instituição, sobre a tomada de decisão quanto ao tipo de reator nuclear que deveria ser importado pelo Brasil, na época do acordo com a Alemanha. As poucas discussões se realizaram em caráter individual, quase a meia voz, nos encontros casuais nas salas de café.

Como a produção não se confunde com as relações de produção, mas dela deriva, assim também a superestrutura não é diretamente um reflexo das relações de produção. O que viemos discutindo nos mostra que é uma relação dialética, uma vez que a superestrutura

⁸⁰ Refletiremos no capítulo que fala da cultura “Instituição IPEN” sob a não participação do Instituto nas questões sociais que foram surgindo nos seus primeiros quarenta anos de vida.

também influencia as relações de produção, não somente assegurando a sua manutenção, mas também produzindo modificações mesmo que não essenciais⁸¹.

Essa discussão deixa margem para que muito possa ser feito pela melhoria da qualidade de vida, proveniente de aplicações de C&T. É o que se dá com as aplicações médicas, quando o IPEN desenvolve e fornece radioisótopos para a sociedade e que encontra incentivo por parte do governo⁸².

O progresso da ciência e da tecnologia levanta perspectivas do desenvolvimento das forças produtivas e da solução de problemas, que angustiam a humanidade. O século XX viu isto acontecer de maneira acelerada, e não estamos só falando de avanços como televisão, fax, celulares, mas de problemas de energia, combustíveis, exploração do cosmo, cura de uma série de doenças, que fizeram, juntos, mudar vertiginosamente a vida humana naquele século. Ao lado disso vemos ainda, com pesar, homens vivendo, em termos de saúde e alimentação, como se estivessem na idade média, em países da África, América Latina e mesmo da Ásia.

⁸¹ “A necessidade de aumentar o ritmo de produção e encontrar alternativas para o trabalho humano limitado por habilidades manuais levou a invenção e aperfeiçoamento de máquinas que inicialmente, foram impulsionadas pela força de homens, mais tarde por recursos naturais e finalmente, pela energia obtida de outras máquinas. A passagem ao sistema industrial resulta em mudanças fundamentais na organização de produção e abre caminho para o desenvolvimento maciço da produção na Inglaterra do século XIX e também para uso instrumental da ciência (...) a mecanização de instrumentos de trabalho foi um passo fundamental no desenvolvimento da relação entre ciência e produção enquanto a introdução da maquinaria criou condições necessárias para a aplicação da ciência à produção, a mecanização completou o processo e colocou os fundamentos da indústria baseada na ciência”. Sant’ Anna, Vanya (1978) *Ciência e Sociedade no Brasil* pág. 20. Para esta autora, nem sempre na história da humanidade o desenvolvimento social esteve atrelado ao método científico de obtenção do conhecimento, através de experimentação e generalizações. Se pensarmos em ciência (como a concebemos nos dias atuais), antes da revolução industrial, estamos de pleno acordo. Contudo, é bom frisar que a técnica faz parte da história do homem; quando este usava uma pedra mais pontiaguda como meio cortante estava usando uma técnica por ele inventada e estava produzindo alguma coisa. Logicamente, nesse período, falamos em produção ainda não organizada, do homem primitivo. Podemos falar que a possibilidade de conhecer o mundo é inata ao homem e ela provém da razão humana que apresenta perguntas e busca respostas para desvendar a essência dos fenômenos naturais, e mesmo que seja uma atitude contemplativa e sem generalizações, na fase inicial, acaba por servir aos descobrimentos das leis da natureza e da sociedade, sendo, por fim, posta a serviço do homem conscientemente. O processo inverso também é verdadeiro, a partir de necessidades práticas se desenvolve um ramo da ciência. Já Arquimedes, que nasceu em torno de 287 a.C., se preocupava com as questões hoje conhecidas pelo nome de hidrostática. Assim também na renascença foi escrito um tratado sobre hidrostática pelo engenheiro Simon Steven, que nasceu em 1548, em Bruges (*applications de la statique et principes d’hydrostatique*) e publica tratados sobre aplicações práticas de princípios de mecânica. Colin Ronan (1998). *Histoires mondiale des sciences*, pág. 403,404. Ambos, em espaços de tempo longe um do outro, tiveram a sua razão e questionamento filosófico e científico postos a serviço de questões práticas. O que queremos dizer com essa discussão é que está tudo entrelaçado em relações complicadíssimas – produção, C&T, riqueza, desenvolvimento etc.

⁸² “Compreender o problema do desenvolvimento de C&T implica na consideração de fatores sociais, econômicos, políticos e culturais. Contudo, as aludidas diferenças podem tornar-se mais explícitas se nos remetermos à análise do modo particular como se relacionam, em uma dada sociedade, o sistema produtivo e o sistema científico (...). Tal interação, por sua vez, não se processa espontaneamente, faz-se necessária a ação de um terceiro elemento – o sistema político. A ação do governo na transferência dos benefícios produzidos no sistema tecnológico para a sociedade é sempre efetiva e direta apesar de assumir em cada caso características específicas.” Sant’ Anna Vanya M. (1974). *Ciência e Sociedade no Brasil*. Pág.24 e 25.

O caráter e a escala de influência da revolução técnico-científica depende dos caminhos sócio-econômicos concretos de desenvolvimento, tanto para os países ditos em desenvolvimento quanto para aqueles com um grande potencial de produção.

A estrutura de consumo também mudou. A produção acelerada das matérias primas sintéticas, nos países industrializados, com uma estrutura sólida, influencia a exportação/importação dos países em desenvolvimento. O progresso técnico-científico acaba reduzindo as possibilidades de exportação dos países em desenvolvimento. Também houve o aumento do número de países produtores de uma mesma matéria prima.

Mesmo assim, a revolução técnico-científica, é inegável, teve influência na melhoria de vida da população – temos indústrias modernas, aumentou a produção de energia e conseqüentemente a oferta e consumo, o refino do petróleo, siderurgia, maior quantidade de colheita e oferta de grãos *per capita*, aparelhos sofisticadíssimos para detectar doenças em fase inicial, sem os quais não se conseguiria a cura etc. Também podemos ver a diferença na produção mais racional, sua especialização e fundamentação em bases científicas.

No entanto, só utilizamos uma fração desses avanços, ficando os maiores benefícios para os países de industrialização avançada. Também não dispomos de condições econômicas suficientes para implantar os processos, requeridos para a modernização dos meios de produção.

Dentro de uma mesma sociedade a disparidade é enorme, expressa, por exemplo, quando nos deparamos com situações em que avistamos homens fazendo o papel do cavalo ou do burro, puxando carroças com o suor de seus corpos, ou quando, ao contrário, vivenciamos uma outra realidade ao desconectar a Internet, em nossos lares ou escritórios. É um contraste que estamos vendo no dia a dia e nem nos damos conta.

Como então deixar de valorizar um instituto de pesquisa, uma universidade, com seus projetos na área de ciência e tecnologia ou outro centro de estudos, alegando que podemos importar mais barato do que produzir? Com esse raciocínio iremos perpetuar para sempre nossa defasagem tecnológica.

Mais adiante, ao tocarmos no tema das pesquisas realizadas na área do ciclo do combustível, na Instituição, deveremos ter em mente o que falamos acima. Defenderemos a continuidade das pesquisas e mostraremos o quanto já foi feito no IPEN. Voltamos a repetir, não se trata de fazer uma apologia da Instituição, da qual estamos estudando a história, mas de questionarmos os rumos adotados nesses últimos cinquenta anos para ciência e tecnologia, na área nuclear, no país, que é o que estamos lidando e conhecemos melhor.

Quando processos; tecnologias; equipamentos; produções (como, por exemplo, a geração de energia por meio do nuclear); compra de um ciclotron ou outro acelerador de partículas etc (que trazem em si uma tecnologia mais complexa), são adotados ou adquiridos no país, na maioria das vezes ficam por conta do monopólio de uma indústria estrangeira e acabam por onerar tanto com empréstimos, nas suas filiais, quanto com a remessa de lucros.

Salientamos que no caso de um instituto de pesquisa público como o IPEN, a compra de um equipamento como um reator ou um ciclotron implica em empréstimos em moeda estrangeira, por parte da União, feitos com juros altíssimos. Também gastamos em futuras compras de peças para reposições, urânio enriquecido etc em moeda estrangeira e que irá onerar o patrimônio nacional.

Em Biondi⁸³ (2001) encontramos um comentário semelhante para o caso das privatizações;

“As privatizações não contribuíram (...) para reduzir o “rombo” e as dívidas do tesouro. (...) Ao contrário: com a conivência e até incentivos do governo, esses setores (telecomunicações, energia, e, em menor escala, ferrovias, além das petrolíferas) vêm realizando importações explosivas, “torrando” dólares e ampliando o “rombo” da balança comercial (...). Além disso, os “donos” multinacionais das empresas privatizadas passaram a realizar remessas maciças para o exterior, para seus países, seja (...) ou até pagamento de “assistência técnica” ou “compra de tecnologia” de suas matrizes.”.

Vemos que não é um problema isolado da Instituição ou um inadequado gerenciamento e sim uma orientação governamental que nos induz para tais alternativas. Aliás, o IPEN tem uma grande vantagem por conta da capacitação tecnológica dos seus servidores. A manutenção, em geral, acaba sendo realizada pelos nossos especialistas e muitas vezes

⁸³ Biondi (2001), página 16.

acabamos também produzindo as nossas peças de reposição e chegamos, algumas vezes, como no caso de um alvo para irradiação do ciclotron de 30 MeV, importado para a produção de radioisótopos, a ter condição de produzi-lo e comercializá-lo, muito embora não sejamos uma indústria, como nos relataram alguns dos pesquisadores do IPEN como, por exemplo, Wanderley de Lima⁸⁴, atual chefe do Centro de Aceleradores Ciclotron.

Isso, quando não surgem outras dificuldades, como veremos mais adiante, por exemplo, quando ocorreram embaraços à época da compra do combustível, requerido para operar os reatores de Angra ou o IEA-R1 (m) - reator de pesquisa do IPEN. Ante essas questões urgentes chegamos a ficar imobilizados. Por outro lado, o atraso gera atraso quando não investimos em C&T como deveríamos. No Brasil, temos algumas exceções. Podemos citar alguns setores como a área petrolífera, aviação, hidroelétricas etc que ~~æ~~ conseguiram grandes avanços.

Ao ficarmos indefinidamente atrasados nos tornamos sempre mais dependentes, com a circunstância agravante de usarmos equipamentos obsoletos, processos antiquados, baixa tecnologia e com pouco valor agregado aos produtos, gerando um baixo nível de acumulação de capital e pouca riqueza dentro do esquema capitalista.

A necessidade do aumento da produtividade do trabalho levou a uma revolução técnico-científica, gerando mais acumulação de capital – riqueza de poucos. Esta, infelizmente não é distribuída eqüitativamente para a sociedade.

Acabamos por achar mais cômodo e barato comprar as matérias primas sintéticas para abastecer o nosso mercado⁸⁵, os equipamentos necessários para nossa modernização e a tecnologia desenvolvida ~~alhures~~. Por outro lado, embora tenhamos aumentado a nossa produtividade, não foi o suficiente para competir no mercado internacional. Acrescente-se a isto o fato de não termos em quantidade uma mão de obra qualificada entre os trabalhadores que, ainda nos dias de hoje, têm baixa escolaridade.

Um instituto de pesquisa como o IPEN é uma riqueza para a nação na medida em que tem pessoal altamente qualificado e treinado para pensar e resolver problemas.

⁸⁴ Entrevista gravada em 2000

⁸⁵ O Brasil começou o processo de industrialização com a indústria têxtil, mas acabou por importar tecidos sintéticos, desde o final do século XX e início deste século.

Já falamos na preocupação que a Instituição teve com a formação de seu pessoal, mas veremos mais adiante, que esta preocupação também se efetivou na formação de quadros de nível médio (técnico) e profissionais da área nuclear para servirem à sociedade.

A experiência desse pessoal não pode ser desprezada nem jogada fora. Faz-se necessário que, além de se aproveitar os conhecimentos e experiências adquiridos, ao longo dos anos, haja uma cadeia de transmissão destes – originais ou não.

Os pesquisadores, ao treinarem a geração mais nova, produzirão não seus iguais, mas sim outros que adquirirão o seu conhecimento acrescido das novas experiências que terão por si mesmos. A grande vantagem é que os erros antigos serão descartados mais facilmente. Como os pesquisadores já estão treinados a pensar, irão desenvolver novos processos. Estes são, ao mesmo tempo, iguais e desiguais àqueles aprendidos desde que o aprendizado não tenha sido realizado de maneira autoritária. Discutiremos mais adiante este detalhe, que acaba sendo importante para a Instituição e que caracteriza um dos aspectos culturais da mesma.

Ou seja, o ideal é que novos processos sejam desenvolvidos, mais modernos, mais baratos, mais ágeis e onde o homem tenha que intervir o menos possível, ficando assim com maior tempo livre para pensar e gerar novas idéias.

É lógico que se esta experiência morre ou nem se inicia, não valeu a pena todos estes anos de trabalho da Instituição. Felizmente, o IPEN não se insere totalmente nesse cenário e, se algumas áreas de pesquisa não foram para frente, outras deram certo e continuam dando.

A Instituição fez um substancial progresso tecnológico nos anos oitenta na área do ciclo do combustível⁸⁶. Paradoxalmente a este progresso a sociedade que neste período tentou se

⁸⁶ Em uma entrevista de 1994 o General Geisel apresenta uma opinião sobre os trabalhos na área de construção de reatores nucleares, da qual não concordamos, para justificar a opção de importar os reatores de Angra. “A comunidade científica brasileira tinha os seus problemas. Viviam em seus laboratórios em São Paulo fazendo experiências. Durante 20 ou 30 anos fizeram experiências e quase nada produziram. Talvez houvesse falta de objetividade” Ernesto Geisel. D’Araujo, Maria Celina e Castro, Celso (organizadores). Fundação Getúlio Vargas. Página 305. 1998. Esta resposta dada pelo General, quando lhe perguntaram sobre a desconfiança que a comunidade científica tinha a respeito do acordo nuclear Brasil/Alemanha, reflete a falta de conhecimento sobre o que estava sendo desenvolvido na área, e ainda mais, reflete também uma concepção da política científica para o país ao menos para a área nuclear.

modernizar fracassou no projeto de retomada da modernização. Isso ocorreu quando profundas modificações estavam acontecendo na sociedade brasileira. Segundo Pereira (1995)⁸⁷ passou-se de um regime autoritário para o que se supunha que seria a modernização do país (governo do presidente Fernando Collor de Mello⁸⁸, de 1990 a 1992). Houve, sem sombra de dúvida, um processo efetivo de democratização política, mas o governo Sarney, que assumiu após o término do regime militar, produziu uma super inflação. Substituindo este, temos o governo Collor que adotou um modelo neoliberal em direção à modernização, mas que acabou sendo um processo de desmantelamento do Estado, e que refletiu no IPEN com o término do projeto de desenvolvimento do ciclo do combustível.

Ainda segundo a visão de Bresser Pereira (1995), é fácil dizer que a causa da crise brasileira é política e que as soluções também são políticas. No entanto, ele também argumenta que é necessário um pacto político mais amplo, como tivemos anteriormente, denominado por este autor de pacto populista entre 1930 e 1960, o pacto capitalista-burocrático autoritário entre 1961 e 1987⁸⁹. Após os governos militares, segue o autor, ficou um vácuo político porque Collor foi eleito sem o apoio de qualquer força importante e, portanto, faltou ao seu governo uma estratégia de desenvolvimento econômico, embora tenha adotado ao extremo um programa de reformas calcadas na abertura comercial e na privatização - para nós esta é a guinada para a nova ordem mundial, que se instalava, sobretudo, após as reformas de Margareth Tatcher⁹⁰ na Inglaterra.

Como não refconhecer que essa política prejudicou a pretensão do IPEN em desenvolver, juntamente com a Marinha do Brasil, uma tecnologia própria. Portanto, nesse

⁸⁷ Pereira, Luis Carlos Bresser (1995). Modernização incompleta e pactos políticos no Brasil. Pág. 108.

⁸⁸ Este foi o primeiro governo civil brasileiro, com eleição direta, ocorrida depois de 1960 e, que estava inserido dentro das regras da constituição de 1988, em dois turnos.

⁸⁹ Não estamos inteiramente de acordo com Pereira, pois já deixamos bem claro que a vontade política tem um peso enorme no processo de dominação de uma classe por outra. No entanto, realmente nos damos conta que um pacto político amplo é necessário para a governabilidade do país seja atendendo às classes mais favorecidas como também, e, sobretudo, àquelas menos favorecidas. Esta última é, por exemplo, o que se propõe fazer, no momento, o governo do Presidente eleito em 2002 Luiz Inácio Lula da Silva. Não sabemos se o mesmo será bem sucedido, pois além de ser cedo para julgar ainda, uma vez mais, só a vontade política poderá vencer as barreiras impostas pelo capital.

⁹⁰ Margareth Thatcher na Inglaterra e Ronald Reagan nos EUA introduziram, nos anos oitenta, políticas de rejeição às regulamentações estatais, que repercutiram e influenciaram o resto do mundo, especialmente os países da América do Sul e América Central. No Brasil, o fim dos governos militares (controle da economia), em 1985, aliado à conjuntura internacional – políticas neoliberais, colapso do comunismo da União Soviética – cedeu lugar a uma série de medidas que cantavam em verso e prosa as orientações preconizadas pela Escola Monetarista de Chicago, cujo iniciador, um dos teóricos, tinha sido Milton Friedman. Entre os novos líderes das políticas econômicas do Brasil destacam-se Pedro Malan, Lara Resende e Gustavo Franco que, ao contrário daqueles da época dos militares, deixaram de lado a política desenvolvimentista de Roberto Campos e Delfim Neto. Ainda mais, no caso brasileiro a política neoliberal se direcionava para a abertura do comércio do país, a fim de facilitar a entrada das companhias estrangeiras.

recente processo histórico, reside a causa da desativação do programa de desenvolvimento do ciclo do combustível com a alocação da verba a ele destinado para a produção de radioisótopos.

Soube o IPEN ser maior do que essa nova orientação nacional e mundial? Respondemos que em certa medida sim, ao menos no que nos foi possível fazer, e discutiremos longamente a questão no decorrer do trabalho⁹¹.

A área do ciclo, na década de oitenta, parecia ser o carro chefe da Instituição, mas este foi deslocado, na década de noventa, para outra área de pesquisa – produção de radioisótopos.

Hoje sabemos que a melhor distribuição de renda e aumento dos salários somente será possível com o crescimento do país e isso passa pelo desenvolvimento de C&T.

Preferencialmente, trabalhando em C&T, temos uma classe média assalariada participando da construção da sociedade e ocupando postos de direção nas Instituições de ensino e pesquisa do Estado como pesquisadores, professores, médicos etc. Estes participam da produção do conhecimento, mas não são donos dos meios de produção e nem do capital. Portanto, fica difícil ditarem as ordens diretamente, não obstante, por fazerem parte das organizações, órgãos de fomento, universidades, institutos, ministérios, acabam participando indiretamente do processo decisório das formulações de políticas para C&T. Algumas vezes, têm acesso mais direto ao governo, pelas publicações ou contato direto, onde acabam formulando também modelos de política industrial, de inovação e difusão tecnológica.

No entanto, a Instituição como esteve na maior parte de sua vida ausente da sociedade e sendo um caso totalmente à parte das outras instituições, tendo poucas congêneres, acabou fechando-se em si mesma e encontrando poucos parceiros para dialogar⁹². Exceção à produção de radioisótopos⁹³. Talvez caiba à instituição, e acreditamos que é o que está

⁹¹ Começamos a responder no capítulo que discursa sobre a cultura do IPEN e continuamos naquele intitulado: “Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição – enfoque histórico-estrutural.”

⁹² Embora não tenha tido muito diálogo com as outras instituições, sobretudo, até os anos noventa, discutiremos que mesmo assim “sofreu” influências advindas, principalmente, da Universidade de São Paulo e da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

⁹³ Como já citado.

fazendo neste momento, definir estratégias de interlocução com a sociedade, para que possa ganhar uma liderança e o direito de participar dos processos decisórios para implementação de políticas científicas e tecnológicas.

Alguns veículos se fazem presentes na interação que existe entre o IPEN e a comunidade médica. Tendo, o IPEN, cadeira assentada na Sociedade de Biologia e Medicina Nuclear. Houve, por parte do Centro de Radiofarmácia, uma preocupação contínua, desde a criação do IEA até os dias de hoje (2003), em realizar uma aproximação ótima com a classe médica. Neste ínterim o IPEN não perdeu de vista o processo de aquisição de conhecimento, mesmo que muitas vezes numa forma de engenharia reversa⁹⁴.

É uma área que acaba sentindo uma grande necessidade de aprimorar e desenvolver processos, por conta de sua interação com outra comunidade que não só o IPEN. A palavra "mudança" não gera desconforto, pois existe uma necessidade quase natural sendo incentivada pela relação existente entre os pesquisadores e a comunidade médica, de racionalização de insumos, melhoria de produtividade, menor exposição dos trabalhadores à radiação ionizante, horários versáteis de trabalho, preocupação com rejeitos radioativos, armazenamento de material radioativo, monitoração de efluentes líquidos e gasosos, de sorte a oferecer menor risco à instalação, ao meio ambiente e aos profissionais envolvidos no trabalho. A equipe de trabalho é grande e muitas vezes, por razões de turno de trabalho, muda seus hábitos de vida. Segundo Mengatti⁹⁵ (2002):

"O esforço culminou, em 1999, com o certificado ISO 9000 – esse processo contribuiu muito no que diz respeito à documentação com o sistema da qualidade (...) com a certificação houve a necessidade de deixar claros todos os procedimentos operacionais (...)".

⁹⁴ "Alguns médicos tinham estado na Europa, nos E. U. A e começaram a trabalhar com I-131. Voltando para o Brasil nos solicitaram se nós poderíamos preparar o I-131. Assim de fato em fins de 1959 já saía aqui do IPEN à primeira partida de I-131 (...) começamos a desenvolver a medicina nuclear. Foi aí que tomou um grande impulso. A partir de 1961 para cá foi um crescimento contínuo de produção de I-131 e outros radiofármacos". Entrevista gravada com a Doutora Constância Gonçalves Pagano da Silva (16/12/2002) servidora do IPEN, sempre trabalhando na produção de radioisótopos e radiofármacos e na maior parte do tempo gerenciando esta área. "Você tem uma maior aproximação com os clientes a partir de levantamentos das necessidades dos clientes, questionários onde os clientes avaliam os nossos produtos, avaliam o atendimento e que culminou com o processo de melhoria contínua do Centro de Radiofarmácia (CR). Isto também nos permite projetar para um futuro alguns novos trabalhos permitindo colocar o CR e o IPEN concorrendo com as melhores instituições congêneres no mundo no que tange a quantidade de produtos produzidos, qualidade assim como a busca de novos processos e produtos para atender esse crescimento contínuo da medicina nuclear no país". Jair Mengatti, servidor do IPEN sempre trabalhando na área de produção de radioisótopos e radiofármacos. Entrevista gravada em 12/11/2002

⁹⁵ Jair Mengatti, entrevista gravada em 12/11/2002.

A busca de selos de qualidade e certificações passou a ser uma meta ardentemente buscada pela Instituição. Vimos que em 1999 o Centro de Radiofarmácia foi certificado com a norma ISO. Em 2002 outros centros – Reator de Pesquisa, Engenharia Nuclear, Combustível Nuclear e Aceleradores Ciclotron – buscaram e obtiveram a certificação.

O IPEN formou auditores habilitados a realizar auditorias internas, sendo que alguns líderes gerenciam suas equipes. O próximo passo será a obtenção da norma ISO 14.001 (gestão ambiental) e a obtenção do credenciamento junto ao Inmetro⁹⁶. O credenciamento dos centros e laboratórios se faz necessário, sobretudo no mundo globalizado. No entanto, em nossa visão, não devemos “gastar” energia em demasia para realizar esses objetivos, esquecendo do processo em si mesmo. Não adianta termos o controle da documentação referente ao processo sem que este processo esteja, ele mesmo, validado.

A enorme pressão para a obtenção das certificações da família ISO é benéfica enquanto organiza os processos operacionais. Isso requer verbas que devem ser bem administradas para que a burocracia não se sobreponha ao processo de desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias.

A cooperação entre universidade ou instituto de pesquisa e uma empresa representa um arranjo interinstitucional que objetiva uma maior eficiência da aplicação do conhecimento, na geração de novas alternativas tecnológicas. Torna-se mais importante face à escassez de recursos e à elevação da complexidade das relações globais.

Essas “alianças” possibilitam que ocorram vantagens competitivas com menos custos e riscos. Nesse clima só podem ser benéficas para o país. É o que o futuro dirá e quiçá comprovará.

Essa interação, também buscada no IPEN, representa um outro veículo de relacionamento com a sociedade e ocorreu depois da implantação das incubadoras (Centro Incubador de Empresas Tecnológicas–CIETEC), no sítio do IPEN. É uma parceria, entre o Instituto, a USP, o IPT, o SEBRAE e a micro indústria, que tem tudo para ser bem sucedida.

⁹⁶ Em 1973 foi criado o instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade industrial, o Inmetro, que se preocupa com os mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços para tornar as empresas nacionais mais competitivas no âmbito internacional.

Conforme a própria definição da sua missão o CIETEC tem o objetivo de incubar negócios nascentes, as novas idéias e os empreendimentos de base tecnológica, fornecendo uma infra-estrutura básica que permita aumentar o índice de sobrevivência e a competitividade das empresas participantes, objetivando o crescimento da economia brasileira, o aumento da geração de empregos qualificados e a capacidade de exportação.

O papel do IPEN, nesse caso, é destacado pelo oferecimento da infra-estrutura e informações tecnológicas necessárias para o fortalecimento das empresas, que já dominam uma certa tecnologia, mas necessitam de um período, seja para buscar recursos ou para comprovar, no mercado, a viabilidade técnica de seu produto ou serviço. Este também será um tema comentado no capítulo que versa sobre a cultura da Instituição.

Ocorreram, nos últimos anos, outras iniciativas que citamos brevemente aqui para detalharmos posteriormente. Devemos destacar o grupo de Laser (Centro de Lasers e Aplicações - CLA) que se fortaleceu, a partir dos anos noventa, assim como aquele ligado aos produtos industriais (Centro de Tecnologia das Radiações – CTR) que, embora sendo fruto de um centro de pesquisa do início da Instituição e tendo sido “forte” em pesquisas extremamente promissoras, no passado, voltou a se fortalecer a partir dos anos noventa.

Vimos, portanto, que as questões aqui apresentadas mostram que o estudo de caso proposto ultrapassa uma visão localizada da problemática inserção do Brasil no universo de C&T.

Não, o meu coração não é maior que o mundo.
É muito menor.
Nele não cabem nem as minhas dores.
Por isto gosto tanto de me contar.
Por isso me dispo,
por isso me grito,
por isso freqüento os jornais, me exponho
cruamente nas livrarias:
preciso de todos.

Mundo Grande, Carlos Drummond de
Andrade⁹⁷.

⁹⁷ Marilena Chauí com a sua inteligência aguçada capta o que outra inteligência, o grande Carlos Drummond, expressou em poesia: o seu pensamento e raciocínio sobre a nossa capacidade de mudar o mundo. “A liberdade, porém, não se encontra na ilusão do “tudo posso”, nem no conformismo do “nada posso”. Encontra-se na disposição para interpretar e decifrar os vetores do campo presente como possibilidades objetivas, isto é, como aberturas de novas direções e de novos sentidos a partir do que está dado”. Chauí, Marilena (1997). Convite à filosofia. Página 363.

Objetivos

O passado é, portanto, uma dimensão, permanente da consciência humana, um componente inevitável das instituições, valores e outros padrões da sociedade humana. O problema para os historiadores é analisar a natureza desse “sentido do passado” na sociedade e localizar suas mudanças e transformações.

Eric Hobsbawm⁹⁸

A propósito das condições políticas que estiveram presentes no desenvolvimento das atividades da Instituição, cabe mencionar, preliminarmente, a questão da (in) dependência tecnológica. Alguns aspectos desse problema, importantes para compreender as condições e o meio nos quais os projetos executados pela Instituição tiveram que se realizar, serão acenados no decorrer da pesquisa.

Em síntese, as concretizações de pesquisas e projetos do IPEN percorreram diferentes caminhos em face de uma série de dificuldades nacionais, pressões externas e diretrizes políticas. Cláudio Rodrigues⁹⁹, superintendente do IPEN na sua terceira gestão afirmou:

“Constatamos que os programas nucleares de vários países da América Latina, em função das enormes dificuldades que ocorrem quando se tenta desenvolver tecnologias de ponta [...], culminaram com sucessos e alguns insucessos, mas sem dúvida, trouxeram, além de um melhor embasamento científico, a consolidação de uma gama considerável de tecnologias e uma importante capacitação técnica de produção e fabricação na área nuclear”.

Prosseguindo definimos os objetivos deste trabalho, em quatro tópicos, que se concentram nos seguintes itens:

1. Reconstituir as etapas do surgimento, instituição e desenvolvimento do IEA/IPEN, ou seja, da formação e operação de uma instituição estatal de pesquisa, organizando o trabalho intelectual de numerosas equipes ao longo de quase meio século;

⁹⁸Hobsbawm, Eric (1998). Sobre a história, página 22.

⁹⁹ Rodrigues, Cláudio (1997). Comunicação em IPEN Notícias.

2. discutir como essas realizações se inserem no conjunto da política nacional, para a área nuclear de onde provêm, em grande parte, os problemas anteriormente acenados na introdução;
3. Pesquisar como a história de tal política, por sua vez, é uma resposta de órgãos governamentais brasileiros à situação mundial criada a partir do surgimento, difusão e desenvolvimento da energia nuclear no mundo, apresentando usos bélicos e pacíficos, bem como problemas derivados da conexão entre ambos.
4. Divulgar as idéias científicas e os feitos da Instituição, permitindo que sejam compreendidos os benefícios advindos dos campos de pesquisas (sobretudo, a produção de radioisótopos e radiofármacos), para a comunidade científica, assim como para aqueles que não abraçaram a carreira científica – todos nós poderemos entender o sentido e o valor de C&T dentro de um contexto social.

Existe uma linguagem da ciência, que foi construída ao longo da sua história, própria do seu campo de atuação e, que é, a princípio, ininteligível para o leigo – soa como um abismo intransponível levando ao medo do desconhecido. Ora, isso acaba criando um descompasso entre ciência, enquanto instituição, e a sociedade. Aquela, no entanto, deve a sua existência para servir a segunda e dela depende para auferir as verbas que sustentam tanto a pesquisa como os pesquisadores.

Então, torna-se necessário que núcleos de divulgação científica “apareem as arestas” e transcrevam a linguagem da ciência, muitas vezes hermética, para uma linguagem compreensível pela sociedade, sobretudo nos dias de hoje, em que ciência e tecnologia, mais do que nunca, entram em nossos lares quotidianamente¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Logicamente ocorre o que já comentava Bernal (1973): “O povo é definitivamente, o juiz último do sentido e valor da ciência. Quando a ciência se converteu em um mistério nas mãos de uma seleta minoria se encadeou inevitavelmente aos interesses da classe dominante separando-se da inspiração e da compreensão que suscitam a capacidade e as necessidades do povo (...). Se a isto se junta, como ocorreu nos últimos estágios do desenvolvimento capitalista, o uso da ciência para intensificar o trabalho manual, criar desemprego e fazer guerra, resulta inevitável que entre os trabalhadores aumente a desconfiança e a hostilidade contra a ciência”. Bernal (1973). Pág 31. Bernal quando comenta que essa ciência é limitada se esquece de comentar, nessa discussão, que existem os benefícios advindos de ciência e tecnologia para o mundo – ainda que não seja para toda a população – como a cura de doenças, maior produção de energia etc. Segue, no entanto, frisando que uma melhor compreensão da ciência ocorrerá através do estudo desde as suas origens, nas instituições mais antigas. Acrescento: lado a lado com o estudo da história dos povos e suas condições de vida. Na nossa Instituição o medo não prevaleceu uma vez que não demos conta por inteiro de repassar a tecnologia desenvolvida para a indústria. Por isso não somos os responsáveis diretamente pela crise de desemprego que vem assolando o país desde a década de noventa. É comum que os desavisados coloquem a culpa da falta de emprego diretamente no avanço da tecnologia esquecendo-se de outros condicionamentos que criam, no seio da sociedade, uma má distribuição de verbas, um aumento

O IPEN conta com um núcleo de divulgação científica. Este núcleo se encontra, administrativamente, na Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica. Ele vem atuando diretamente com dois pesquisadores da Instituição, a saber, Dr. Afonso Rodrigues de Aquino e Dra. Martha Marques Ferreira Vieira que se ocupam de divulgar os trabalhos produzidos pelos pesquisadores, formar pessoal para a profissionalização de “jornalistas que divulguem, para a sociedade, ciência e tecnologia”. São ministradas aulas (entre outras) para os alunos da Escola de Comunicação e Arte da Universidade de São Paulo: disciplina de pós-graduação USP (NJE5252) denominada “Ciência e Comunicação”.

No fundo o propósito fundamental é esclarecer a formação, impactos e derivações de uma característica interior, que chamaríamos de paradoxal, no domínio da tecnologia, sobretudo a nuclear - a necessidade de reinventar o que já se descobriu em outros países (EUA, ex-URSS, Europa) e já se dava como adquirido, com cada país devendo voltar a pesquisar o já pesquisado. É uma “necessidade” induzida pelo chamado “segredo atômico”, usado como instrumento contra a proliferação nuclear (alguns pontos deste processo são objeto de investigação sobre a história do IPEN, no decorrer da pesquisa).

Perante tal quadro mundial, uma das respostas esboçadas nos mais diversos países foi aquela da institucionalização da pesquisa científica e de suas vinculações com outras instituições da sociedade, estatais ou privadas.

Por isso, a história aqui pretendida, ao lado do exame interno da seqüência de atividades desenvolvidas no IPEN, tenciona analisar suas vinculações com o campo geral da política brasileira e com os programas desenvolvidos por entidades, quer públicas quer particulares. Qual foi o impacto exercido no desenvolvimento nacional, sobretudo tecnológico?

do capital especulativo, pouca produção e que estão diretamente ligados com o desemprego maciço que nos acomete ainda nos dias atuais. Logicamente que sabemos que hoje, final do século XX e início do XXI, que temos uma pessoa apertando um botão onde antigamente necessitávamos de um número maior de pessoas. No entanto, não podemos esquecer que o número de especializações cresceu o que faz com que, duplamente, necessitemos de mais pessoas pensantes, tanto para as áreas específicas como para as interfaces multidisciplinares. Tudo isso sem falar no deslocamento das horas trabalhadas/dia para outras atividades como lazer, repouso etc.

Como já tínhamos apontado na introdução, a pesquisa proposta constitui assim um estudo de caso na problemática mais geral da determinação do lugar da pesquisa científica na sociedade brasileira.

O presente trabalho tem por objetivo, portanto, promover uma reflexão crítica de caráter histórico das atividades do atual Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP), com o intuito de obter subsídios que auxiliem na compreensão de seu significado e papel na conjuntura do presente, juntamente com a preservação da sua memória.

Pretende-se ainda classificar e sistematizar os dados históricos coletados para constituírem parte da documentação referente à memória do IPEN, sem a qual as ações desta instituição serão esquecidas pelas gerações futuras¹⁰¹.

Uma justificativa adicional para nos debruçarmos na pesquisa pode ser buscada na análise de Rubbia¹⁰² (1989) quando afirma:

“Com as aplicações tecnológicas dos conhecimentos científicos, voltou a manifestar-se também o temor das conseqüências nefastas que o poder obtido através do conhecimento pode trazer para toda a humanidade. [...] em nossos dias, porém, o aspecto da ciência que mais preocupa o homem é provavelmente o que está relacionado com as aplicações da energia nuclear, sendo que o conceito de bomba e reator alterna-se muitas vezes com as imagens confusas, mas repletas de medo”. Mais adiante continua: “a confiança na ciência é recolocada em discussão, e com ela a liberdade do cientista [...], mas para julgar e decidir de modo racional, é preciso conhecer”.

Diante de um quadro tão problemático, a história do IPEN pode nos fornecer uma resposta sobre o papel de uma tecnologia de ponta, carregada das questões aqui abordadas, sobretudo, em países em desenvolvimento. Pode nos encaminhar para a obtenção de aportes para o debate entre benefícios e malefícios da energia nuclear, alargando nossos conceitos e experiências. Talvez possa contribuir para (re) encaminhar um debate que tem permanecido marcado por esse confronto entre “prós” e “contras”.

Analisando os escritos de Jacques Le Goff¹⁰³ (1996), encontramos um outro incentivo para prosseguirmos com nossa pesquisa.

¹⁰¹ Falamos parte, pois sabemos que não conseguiremos recuperar tudo. Infelizmente muito se foi com a dispersão de documentos e falecimento de alguns pesquisadores chaves para a Instituição, como já apontamos anteriormente.

¹⁰² Rubbia, Carlo; Criscenti, Nini (1989). *O dilema nuclear*, página 4.

“A história vivida das sociedades humanas e o esforço científico para descrevê-la e interpretá-la são dois pólos entre os quais se resume o próprio conceito de história. Ao tempo natural e cíclico das estações e do clima se justapõe - e por vezes se contrapõe - a percepção da duração registrada pelos homens; a memória pessoal e coletiva deve se submeter ao calendário, instrumento de domesticação e do domínio do tempo. Nesta contínua defasagem se insinuam a idéia de história, ambígua e mutável, e a relação entre passado e presente”.

No trabalho de história, que propomos, aquele “esforço científico” torna-se quase que reduplicado: um esforço científico para desvendar outros esforços científicos (com a política que está por trás deles).

São quase cinquenta anos de experiência recente de trabalho intelectual. A pesquisa pode contribuir para consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos, possibilitando, até mesmo, que a Instituição reveja falhas e reforce acertos - quiçá possamos alcançar tal intento.

Acrescentamos que em nossa concepção a intuição humana e a genialidade de alguns indivíduos podem contribuir no desenvolvimento do conhecimento, mas a ciência e a tecnologia não são obras isoladas de indivíduos bem dotados, esforçados e trabalhadores. Citamos Trein ¹⁰⁴(1979) que afirma:

“O conhecimento científico jamais é um resultado aleatório. Embora tenha havido sempre acidentes”.

É verdade conforme Schenberg¹⁰⁵ (1984) que, “os grandes gênios têm intuições”, mas deve-se acrescentar o comentário de Trein¹⁰⁶:

“(.) acidentes na história da ciência, eles só se tornam importantes na medida em que as condições materiais do local onde ocorreram, complementadas por um movimento muito bem determinado das articulações internas da ciência, estiveram em condições de revelar o seu sentido significativo - a ciência se constrói não só como resultado genético da história de sua própria produção, mas é ainda determinada pelas condições

¹⁰³ Goff, Jacques le (1996). História e memória.

¹⁰⁴ Trein, Franklin (1979). *Transferência de tecnologia e ciência*.

¹⁰⁵ Schenberg, Mário (1984). Pensando a física. Em 1934 quando foi criada a Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Schenberg entrou para o curso de matemática e se formou na primeira turma, em 1936. Nesta mesma época foi fundado o Departamento de Física em São Paulo.

¹⁰⁶ Trein, Franklin (1979). *Transferência de tecnologia e ciência*.

históricas da formação social que abriga. O conhecimento não avança saltando sobre o seu próprio tempo, ele é sempre a resposta teórica historicamente possível para um dado problema real”,

Essa abordagem, que veremos posteriormente, se coaduna perfeitamente com a metodologia adotada em nosso trabalho.

A ciência em nosso mundo (e no caso do IPEN, em particular) está articulada com a tecnologia e com a política que a promove. No entanto, nenhum projeto fornecerá a solução imediata para acabar com os problemas sociais. Eles demandam soluções por parte de todas as atividades humanas (científica, artística, tecnológica, política...). É por isso que insistimos que a Instituição precisa formar pessoas criativas capazes de se adaptarem às mudanças, ou então, de liderarem essas mudanças.

Verificaremos se houve essa orientação cultural na formação dos alunos do IPEN como uma orientação geral ou individual. A universidade dá o primeiro passo para a formação desse tipo de pessoa, mas nem tanto quanto seria necessário. A segunda fase ocorre quando as pessoas são absorvidas pelas empresas, indústrias e centros de pesquisa (universidade, institutos etc). Hoje, mais do que nunca, devemos estar atentos para as mudanças ocorridas ao longo dos séculos.

A riqueza muda de aspecto com a história. No início do século XX, a grande diferença é que já era o capital financeiro¹⁰⁷ que ditava as ordens e não mais exatamente o capital industrial. A situação, no fim do século XX e início do XXI, também se diferencia. Está surgindo um outro capital que é o conhecimento. Países como o Brasil, dependentes e relativamente atrasados tecnologicamente precisam investir nessa direção: aquisição de conhecimento que convirja, no fim da linha, para o bem estar humano. Estudaremos o papel do IEA/IPEN neste processo.

As atividades de C&T realizadas possibilitaram ou possibilitarão, ao menos parcialmente, ao longo dos anos, em um processo contínuo que se enfrentassem as dificuldades, tanto individuais quanto coletivas e institucionais? É lá que se coloca um dos questionamentos por trás deste trabalho sobre uma instituição de pesquisa: em que sentido

¹⁰⁷ Citamos um trabalho de Tavares, Maria da Conceição (1983). Da substituição de importação ao capitalismo financeiro. Ensaio sobre a economia brasileira.

ela, por uma parte, foi resultado de tentativas de resposta aos problemas sociais? E, em que sentido respondeu?

Especificamente, Trein¹⁰⁸ (1979) elucidou a problemática da transferência de tecnologia¹⁰⁹ :

“Ao falar em transferência de tecnologia, fala-se implicitamente na transferência do problema que lhe serve de fundamento. A transferência de tecnologia como instrumento de poder. O caso exemplar do Japão: tecnologia ao preço da identidade cultural”.

Em outro trecho podemos perceber o caráter sério e não radical desse autor:

“Não estamos substituindo a universalidade da ciência e da tecnologia por uma multiplicidade de ciências e tecnologias, cada uma delas matizada pela cor nacional do país em que é produzida”.

O trabalho histórico proposto poderá fornecer subsídios para a política nuclear, considerando o contexto do país nos últimos cinquenta anos. As informações advindas da conclusão do estudo, assim proposto, também poderão servir de ferramentas preliminares na formulação de uma política nuclear para o país, que possa eventualmente nos levar a uma relativa independência tecnológica e à conseqüente modernização no campo tecnológico.

O desafio que se apresenta é o de integrar uma política de desenvolvimento tecnológico com uma política social e industrial. O caso da política nuclear é também parte da orientação geral em política científico-tecnológica.

Nesse ponto, o IPEN teve, embora setorialmente e intermitentemente, um papel na busca de parcerias com a indústria nacional que, infelizmente em muitos casos, não foram bem sucedidas e que analisaremos no que tange ao ciclo do combustível.

¹⁰⁸Trein, Franklin (1979). *Transferência de tecnologia e ciência*.

¹⁰⁹ A conceituação de tecnologia é muito importante para que se entenda toda a discussão que se pretende fazer. Aceitamos a conceituação, bem conhecida e divulgada nos trabalhos de Milton Vargas. Para este pensador a tecnologia sendo conhecimento não pode ser vendida: "é o estudo ou tratado das aplicações de métodos, teorias e conclusões das ciências ao conhecimento dos materiais e processos utilizados pelas técnicas"; In; Ferri, Mário Guimarães e Motoyama, Shozo (orgs.) no capítulo denominado "A tecnologia no Brasil", v.1 p. 333.

No final dos anos noventa houve uma outra tentativa, já citada, de parceria com a micro-indústria, com o acolhimento nas suas dependências do Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (CIETEC) inaugurado em abril de 1998, e que aparenta um sucesso bem mais promissor.

Ainda restou ao IPEN, sobretudo nos anos noventa do século XX, dirigir os esforços despendidos na Instituição, buscando um nicho para a sua atuação e continuar desenvolvendo o campo da produção de radioisótopos e radiofármacos para a área médica e que também será objeto de análise mais detalhada. Destacamos um trecho de Vargas (2001):

“O malogro do programa nuclear¹¹⁰ (acordo com a Alemanha) pode servir de lição de que a transferência de tecnologia não pode ser feita, tão somente, por intermédio de firmas comerciais ou estatais. Toda transferência de tecnologia, para ser bem sucedida, deve ser feita tendo como intermediário, entre a fonte e o recipiente, uma organização de ensino e pesquisa não comercial, pois tecnologia não é mercadoria que se vende ou compra, mas, sim, saber que se aprende. A idéia que norteava a Nuclebrás, de que a tecnologia nuclear poderia ser transferida pelo treinamento, no trabalho, diretamente de firmas estrangeiras para nacionais, mostrou-se, no acordo Brasil-Alemanha, totalmente errônea. Pelo contrário o programa de construção hidrelétrica, em que houve a intensa intermediação das universidades e institutos de pesquisa, com a assistência de consultores estrangeiros, professores universitários, foi muito bem sucedido”.

O conhecimento é humano e não é totalmente desinteressado. Cientistas têm maturidade suficiente para compreender que os momentos de geração de conhecimento, a serem eventualmente transformados em instrumento tecnológico, estão inseridos numa sociedade e dela fazem parte.

No fundo trata-se, portanto, da política nacional de ciência e tecnologia, de sua história, da acumulação de problemas que ela acarretou a um instituto do porte do IPEN.

“Gostaria de agradecer o convite, você quando dá um depoimento é um ponto de vista limitado dentro de todo o histórico da Instituição, mas acho que o trabalho de pesquisa, fazer esse levantamento é um quebra cabeça que você vai montando e tentando aproximar cada vez mais do que seria uma verdade entre aspas da história da Instituição. Esse tipo de trabalho é um trabalho que tem uma importância muito grande porque quando se reflete sobre a evolução que a Instituição passou ou os pesquisadores que são a principal riqueza da Instituição é que vai fazer com que se possa fazer o planejamento futuro da Instituição. Vemos as falhas

¹¹⁰ Aqui Vargas se refere ao programa de construção das usinas em Angra. Vargas (2001) História da ciência e da tecnologia no Brasil: uma súmula. Humanitas/CHC. São Paulo, Brasil (2001), pág. 128.

que houve no passado, tentamos corrigir no presente, quer dizer não repeti-las e sedimentando todo o conhecimento para que a Instituição no futuro continue a ser até mais importante do que é hoje¹¹¹”.

Pressupostos teóricos e metodológicos

O método científico não é algo fixo, mas algo que se encontra em um processo de desenvolvimento e que não pode ser examinado sem que se advirta de suas estreitas relações com o caráter social e de classe em particular da ciência.

John D. Bernal¹¹²

A busca de soluções para as questões que se foram colocando ao longo da história da humanidade foi adquirindo formas diversas conforme a sociedade estava organizada. Quando a ciência estava mais “trancada”, nos “laboratórios” individuais, apresentava características diferentes das de hoje, onde o avanço da ciência está intimamente ligado às necessidades econômicas e estratégias militares.

Hoje, é muito mais marcante a atuação de forças dominantes da sociedade interferindo nas atividades científicas e tecnológicas, institucionalmente ou não. Nós, que estudamos esses desenvolvimentos, precisamos estar atentos para que, em nossa análise, a emoção e os pressupostos ideológicos estejam subordinados às leis gerais que regem o movimento da sociedade¹¹³.

“Atualmente, estamos começando a compreender que o que se pode fazer conscientemente, ainda que em pequena escala, essas grandes personalidades, constitui uma parte essencial do desenvolvimento da ciência; começando também a pensar que é possível planejar a ciência conscientemente sobre uma base coletiva sobre uma base individual. O problema maior é o suscitado pela necessidade de reconciliar e combinar as questões que nascem das exigências sociais e econômicas, por um lado, e o intrínseco desenvolvimento da ciência por outro (...). No entanto, (...) as realizações da ciência humana (...) não são de natureza individual, mas social. São geradas do esforço cooperativo do trabalho e se coordenam por meio da linguagem¹¹⁴”.

Observamos que a metodologia adotada precisa se sujeitar ao processo acima. Precisa, ainda mais, ter a sensibilidade para analisar a ciência e a tecnologia desenvolvidas num país como o Brasil, com uma economia altamente dependente de fatores externos, que afetam tanto as relações sociais quanto as produções científica e tecnológica.

Tendo em mente, pelo enfoque adotado, que a ciência e a sociedade são primas em primeiro grau, fica claro que as relações de produção, no seio da sociedade, afetam o convívio entre elas em uma sociedade capitalista de maneira geral. Os meios de

¹¹¹ Entrevista com o gerente do Centro de Tecnologia dos Materiais do IPEN, Doutor Arnaldo H. P. de Andrade.

¹¹² Bernal, John D. (1973). *Historia Social de la Ciencia en la Historia*. Pág. 32.

¹¹³ Não nos esqueçamos, como afirma Bernal, que: “Na realidade, a natureza da ciência mudou ao longo da história humana (...) só nos últimos três séculos chegou a ciência a estabelecer tradicionalmente como uma profissão autônoma, com sua educação específica, sua liberdade e suas associações. Agora, em nossa própria época, assistimos ao começo de um retorno ao estado primitivo da humanidade por meio de uma introdução geral da ciência em todas as formas de pensamento e a atividade prática, unindo novamente o cientista, o trabalhador e o administrador”. Bernal, John D. (1973). *Historia Social de la Ciencia en la Historia*. Pág. 9.

¹¹⁴ Bernal, John D. (1973). *Historia Social de la Ciencia en la Historia*, p. 37.

produção, por sua vez, são afetados pelos avanços dos conhecimentos adquiridos. Portanto, nos daremos por satisfeitos se, ao abraçarmos esta perspectiva, dermos conta dos objetivos delineados anteriormente, ou seja, se dermos conta dos conhecimentos adquiridos pela Instituição ao longo desses quase cinquenta anos de vida, inseridos em uma sociedade altamente complexa como a brasileira.

Tendo em vista o que discutimos, adotaremos, basicamente, o enfoque de Motoyama (1975)¹¹⁵ para a análise do desenvolvimento científico e a transferência de tecnologia.

Para Motoyama (1994)¹¹⁶ o sujeito da ação científica (cientista) elabora as questões contando com o substrato mental e estas são concretizadas por meio do substrato técnico. Acrescenta que, em se tratando de tecnologia o objeto diz respeito aos materiais e processos. Por sua vez, a cultura do país, que é moldada pelas relações de produção, influencia o substrato mental.

Realizamos o trabalho procurando chegar a uma conclusão mais objetiva possível. Muitas análises, sobretudo aquelas realizadas num “olhar” mais geral, podem apresentar um caráter fortemente ideológico. Evidentemente, não é isso que intentamos fazer. No entanto, não podemos perder de vista que o substrato mental apresenta componentes ideológicos. Isso já ficou claro quando discutimos o objetivo do trabalho. É por isso que, em nossa introdução, discutimos algumas questões mais gerais como a influência dos capitalistas europeus e americanos, a globalização etc. Estas questões podem ser discutidas sob várias perspectivas, inclusive a marxista. No entanto, comentamos anteriormente que não as abordaremos do ponto de vista rigorosamente marxista.

Atualmente, a situação da relação entre força de trabalho, mais valia, conhecimento, países dominados e dominantes, etc, é um pouco diferente daquela dos meados do século XIX quando Marx as analisou brilhantemente. Hoje, o capital está pouco se importando se os africanos estão morrendo de fome ou se os argentinos estão em péssima situação¹¹⁷.

¹¹⁵ Motoyama, Shozo (1975). "A formação da mecânica clássica: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico". Embora adotemos basicamente esse enfoque metodológico faremos algumas incursões nas idéias de outros autores que não se chocam com o modelo adotado. Em uma dessas incursões aceitamos a idéia de Bernal (1954) para quem a ciência, em seus aspectos gerais, pode ser entendida como uma instituição, um método, uma tradição cumulativa, um dos fatores de manutenção e desenvolvimento da produção, assim como influenciar a visão que o ser humano faz do mundo e da natureza. Bernal faz questão de afirmar que esses diferentes aspectos da ciência não significam que para ele existam muitas ciências diferentes. Afirma em que se tratando de um conceito amplo em sua extensão temporal, de tantas implicações e de caráter abstrato, a norma deve ser a multiplicidade de seus aspectos citados, os de ciência como instituição e como fator de produção pertence quase exclusivamente aos tempos modernos (...).". Bernal, John D. (1973). *Historia Social de la Ciencia en la Historia*, página 27.

¹¹⁶ Motoyama, Shozo et al (1994). "Nova tecnologias e o desenvolvimento industrial brasileiro", p. 317.

¹¹⁷ O capitalismo ainda precisa de um “exército de reserva” para sua regulação. No entanto, se ocorre uma perda de contingentes de trabalhadores por falta de alimentação numa determinada parte do globo outros são inseridos como reserva em outra localização. É muito mais fácil mudar a produção de lugar nos dias de hoje.

Em função de C&T e da globalização, da automação, da cibernética e outros fatores, o que estamos vendo, cada vez mais, é que não existe, pelo menos como anteriormente, a necessidade da reserva de trabalhadores como foi necessária nos primórdios do capitalismo. Uma parte das pessoas “qualificadas” perdeu o emprego no Estado de São Paulo, sobretudo àquelas que ocupavam cargos de gerenciamento. Mesmo assim, ainda temos, em relação aos países desenvolvidos, poucas pessoas bem qualificadas (professores, cientistas, tecnólogos) e um contingente enorme de pessoas desempregadas sem nenhuma qualificação. Além disso, a divisão do trabalho, dentro do capitalismo, é um pouco diferente nos dias de hoje. Podemos até pesquisar nas chamadas “pesquisas de fronteira”, como no caso do projeto genoma, sem esquecer que a corrida é desigual.

Até agora, a tendência é que o “poder”, econômico e político, deixe de se preocupar com as matérias primas naturais, em função dos materiais sintéticos fabricados em laboratório sem falar na biopirataria. No entanto, a guerra do Iraque (2003) bem demonstrou que ainda existe a preocupação com as matérias primas, pelo menos enquanto for alta a relação custo-benefício, dentro da lógica capitalista, na fabricação de materiais sintéticos.

No período colonial, o Brasil era importante enquanto fornecedor de pau-brasil, mais tarde de cana-de-açúcar, seguido pelo cultivo e exportação do café no período monárquico e republicano. Até quando seremos importantes para o capital, enquanto grandes produtores agrícolas¹¹⁸? Estamos vivendo nesse início de século XXI a luta contra o protecionismo agrícola dos EUA dificultando as nossas exportações, por exemplo, de suco de laranja.

A partir do século XV, cada vez mais um país depende do outro. A partir das últimas décadas do século XX essa situação se acentua. A partir do final do século XX os países não podem mais viver isoladamente. Não foi por acaso que a China¹¹⁹ resolveu abrir o seu mercado, nos últimos tempos.

¹¹⁸ Estamos vendo (2003) a fantástica produção de soja do Brasil e a luta entre opiniões contrárias à introdução de sementes de soja transgênica na agricultura desse grão. Na terceira semana do mês de outubro de 2003 cerca de 800 caminhões ficaram parados na divisa entre os Estados de Santa Catarina e o do Paraná conforme noticiou toda a imprensa nacional falada e escrita. Não temos ainda uma posição formada quanto à soja transgênica, pois não nos detivemos para analisar a questão, mas imaginamos o que produziremos com a entrada dessa no país.

¹¹⁹ A China é um país mais difícil de analisar do que o Brasil com a sua estrutura política centralizada, um único partido e uma economia digamos semi-aberta.

Então, nesse sentido, é claro que o que acontece num país desenvolvido reflete muito rapidamente no país em desenvolvimento. O problema começa a surgir quando você quer sair desse “status quo” – a dependência abrange três níveis, econômico, político e tecnológico - e tem que tomar uma série de providências. Acrescentamos que os interesses de grupos corporativos, sejam, da própria união a que se pertence, sejam de outro país, também são forças que pressionam a sociedade na hora da tomada de decisão.

É muito difícil sair dessa armadilha, haja vista as diversas tentativas ocorridas no século XX. Vemos uma dificuldade muito grande, mas também enxergamos uma luz no fim do túnel. O papel dos institutos de pesquisa, das universidades, sobretudo em países em desenvolvimento, é enorme. É nesses lugares e não nas empresas que se desenvolve preferencialmente C&T no Brasil.

Temos, nos países desenvolvidos, a pesquisa na indústria e o capital apoiando o desenvolvimento de pesquisa. No Brasil isso não ocorre normalmente. Fica para a universidade e os institutos de pesquisa a responsabilidade pelo desenvolvimento de inovação e, como não existe a verba para tal investimento em escala industrial, as pesquisas acabam “descansando” nas prateleiras de uma biblioteca¹²⁰. A metodologia adotada deverá dar conta dessa análise de forma mais objetiva possível.

Lembremos, uma vez mais, que aceitamos, anteriormente, a definição de Vargas (1979) sobre tecnologia. Para esse autor a tecnologia é:

*"O estudo ou tratado das aplicações de métodos, teorias e conclusões das ciências ao conhecimento dos materiais e processos utilizados pelas técnicas"*¹²¹.

¹²⁰ Quando comentamos com um dos pesquisadores da Instituição, que ocupou várias vezes cargos de chefia, sobre a vocação do IPEN e o nicho que ela pode ocupar na sociedade ele nos respondeu: “Acho importante separar duas coisas: uma delas diz respeito às instituições, como o IPEN, que estão voltadas para o que eu chamo de ciclo de desenvolvimento do conhecimento. Esta é a tarefa das universidades e dos institutos de pesquisas como o próprio IPEN. Nesse sentido nós estamos sempre desenvolvendo novos conhecimentos. Este conhecimento tem que ser difundido para a sociedade. Existe um outro processo que eu chamo de ciclo de inovação que deveria estar a cargo das empresas. Elas, baseadas nos conhecimentos que são gerados têm que transformar esses em produtos tecnológicos competitivos. O que se passa é que no Brasil não se tem tradição nessa etapa de geração de inovação. Muitos dos conhecimentos que são gerados nas instituições de ensino e pesquisa, no Brasil, ficam acumulados na forma de tese e de publicações. Para estas instituições, o objetivo passa a ser quase que exclusivamente o de obter e publicar (...). Os países que enriqueceram, se desenvolveram e chegaram a um estágio de padrão de vida condizente com a evolução tecnológica alcançada pelo homem, alta qualidade de vida conseguiram conciliar essas duas etapas: o processo de conhecimento “casado” com o processo de inovação, geração de produtos e serviços. (...). Todos que se desenvolveram estiveram fortemente baseados no conhecimento de um lado e na transformação do conhecimento em produtos e serviços competitivos”. Dr. José Octávio Armani Paschoal. Entrevista gravada em 01/04/2003.

¹²¹ Vargas, Milton (1979), "A tecnologia no Brasil", p. 333.

Esta definição não entra em choque com os pressupostos teóricos e metodológicos propostos por Motoyama. Ainda para Motoyama (1994)¹²²:

"A tecnologia como conhecimento objetivo pode ser transferida de um país para o outro", mas acrescenta que "isso só acontece se existirem substratos mental e técnico capazes de assimilar o novo conhecimento".

A visão de que "tecnologia" é um conhecimento que se adquire e não pode ser vendida, é muito oportuna para entendermos parte do que se passou com a Instituição que estamos descortinando. Os equipamentos comprados trazem no seu bojo uma tecnologia embutida. Podemos, digamos, desmontá-los e copiar a unidade adquirida. Isso não é nem comprar a tecnologia e nem desenvolver tecnologia. Aproxima-se mais de uma engenharia reversa, mas que por sua vez pode ter facetas diferentes de país para país. Ao longo do nosso trabalho chegamos à conclusão de que a Instituição não fez somente essa última opção, embora, em alguns momentos, relatados pelos seus próprios pesquisadores, tenha usado desse recurso. Temos, entre muitos exemplos, o grupo liderado pelo Dr. José Roberto Martinelli, pesquisador do IPEN, que realiza pesquisas inéditas com vidros.

"Em um Congresso da Associação Americana de Cerâmica, no último mês de maio, em Missouri, Estados Unidos, o grupo de vidros e compósitos do IPEN despertou a atenção dos maiores estudiosos mundiais no assunto. A colaboração com a Universidade de Missouri foi iniciada (...). Há anos a equipe norte-americana desenvolve vidros á base de fosfato. Mas o que eles não esperavam era ouvir de um pesquisador brasileiro que o material foi obtido em um forno de microondas. (...). A grande vantagem do processo é que apenas o material é aquecido, além da economia de até 95% de energia em relação à obtenção do vidro utilizando fornos elétricos. (...). Atualmente, para tornar os vidros mais resistentes, ao invés de ferro, o grupo usa o nióbio. O Brasil detém 70% das reservas mundiais do minério. A temperatura de preparo do vidro fica em torno de 1200 graus Celsius. Para a imobilização de rejeitos essa é uma vantagem, pois temperaturas de 1500 graus alcançadas com os silicatos poderiam volatilizar os rejeitos. Em parceria com o Instituto de Química da USP, estão em desenvolvimento pesquisas voltadas á utilização do material para imobilizar rejeitos industriais. (...). O mesmo vidro, com algumas modificações, é bioativo, induzindo a formação de ossos¹²³".

A Instituição (IEA/IPEN) não tendo objetivos imediatos comerciais, também não incorporou a tecnologia embutida nos equipamentos comprados. Procurou um caminho

¹²² Motoyama, Shozo et al (1994). "Nova tecnologias e o desenvolvimento industrial brasileiro", p. 319.

¹²³ Órbita Ipen, ano II, número 10, maio/junho 2002, página 3. processo inédito desenvolvido por grupo brasileiro chama atenção nos EUA.

próprio de desenvolvimento e chegou mesmo a alcançá-lo em algumas áreas específicas em que tinha competência para fazê-lo. O que desenvolveu, no entanto, não foi colocado no mercado. Aliamos esse enfoque com a metodologia (SMT)¹²⁴ adotada na análise dos trabalhos produzidos pela instituição.

Recorremos a Magalhães¹²⁵, para quem há que se fazer uma distinção entre invenção, inovação e difusão. Não basta inventar, é preciso que o produto ou o processo seja colocado no mercado e difundido, para que possa se transformar em benefícios.

Magalhães¹²⁶, comentando Theotônio dos Santos, cita que esse autor faz uma distinção digna de nota entre invenção e inovação:

"O passar da invenção de um novo produto ou processo para a sua utilização comercial é o chamado inovação".

Isso, aparentemente, faltou até os anos noventa, sobretudo para a área de pesquisa centrada no ciclo do combustível.

Aqui existem inúmeras abordagens, mas no caso da Instituição que estamos estudando, Estatal, que tem um governo atrás de si, e cuja orientação pode mudar de gestão para gestão, temos ainda esse parâmetro a considerar. Outro aspecto é o da característica fortemente militar que abraça a tecnologia nuclear. Com esse enfoque conceitual¹²⁷, pretendemos analisar as atividades de pesquisa do IEA/IPEN e descrevê-las.

Acrescentamos que adotamos pontos de referência no tempo, para facilitar a análise¹²⁸.

O entendimento da origem do IPEN deverá, no mínimo, reportar ao início dos trabalhos desenvolvidos no campo da energia nuclear, e mesmo da física nuclear, no Brasil. Preliminarmente, distinguimos as seguintes fases¹²⁹.

¹²⁴ Motoyama, Shozo (1975). A formação da mecânica clássica: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico.

¹²⁵ Magalhães dos Santos Filho, Gildo (1997). Evolução tecnológica e modernização - as insuficiências, p. 83.

¹²⁶ Magalhães dos Santos Filho, Gildo (1997). Evolução tecnológica e modernização - as insuficiências, p. 83.

¹²⁷ Acrescentamos que também não perderemos de vista o que emprestamos de Joseph Schwartz (1992): Os momentos de criação não são misteriosos produtos de um gênio, e sim de circunstâncias sociais complexas (...) a ciência é uma construção humana (...) as obras científicas são maneiras de entender o mundo, criadas pela ação humana, e que, como as obras de arte, podem ser apreciadas pelo que dizem sobre nós mesmos e nosso desenvolvimento. Descobrir a ciência é um modo de descobrir a nós mesmos".

¹²⁸ No capítulo mencionado na introdução, Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição. Enfoque histórico-estrutural. Introduzimos sub-capítulos segundo esses intervalos de tempo.

¹²⁹ Essa divisão não é rígida, pois, os acontecimentos que marcaram cada uma das fases por nós levantadas não terminam abruptamente no tempo – suas origens se fazem sentir antes e seus ecos se fazem sentir depois.

O primórdio da energia nuclear no Brasil - vai dos anos trinta (de certa forma até antes) até a metade dos anos cinquenta, época em que - no meio da primeira crise dos programas nucleares brasileiros, então sob responsabilidade do CNPq - foi criado o IEA. Assim começaremos por analisar esta fase, rica em bibliografia, mas muito complexa.

Na segunda fase, já estaremos no início do Instituto - no clima mundial de liberação da energia nuclear para fins pacíficos (“Átomos para a Paz”) - “nasce” o IEA e “passa” por um processo de grande crescimento. Neste período, as atividades do IEA centraram-se na especialização do pessoal técnico de nível médio e superior, produção de radioisótopos e trabalhos de pesquisa e desenvolvimento na área do ciclo do combustível¹³⁰. Esta fase vai até o início dos anos setenta, quando surge no cenário internacional a primeira crise do petróleo¹³¹. Para efeito de análise, esta fase acaba parcialmente por se sobrepor à terceira fase¹³².

O terceiro período, após a primeira crise do petróleo, vai até o fim dos governos militares - meados dos anos oitenta. Coincide, no início dessa fase (1972), a mudança do nome do Instituto (de IEA para IPEN), com uma série de eventos quer no campo nuclear, quer em outros. Exemplificando, temos os contatos do governo brasileiro com outros países, que redundarão no acordo com a Alemanha de 1975; reformulação da instituição principal do governo em ciência e tecnologia (CNPq 1974); a mencionada crise do petróleo

¹³⁰ Toda a vez que estivermos falando do ciclo do combustível significará: conjunto dos processos que são necessários à produção de energia elétrica por meio de reações termonucleares. Portanto, o ciclo começa com a exploração do urânio, mineração, moagem e refino do minério para produzir concentrados de urânio normalmente chamado de "torta amarela", produção de hexafluoreto de urânio, enriquecimento isotópico, fabricação do combustível, irradiação no reator nuclear, armazenamento do combustível queimado, reprocessamento (recuperação do urânio e do plutônio) etc. Existem atividades industriais que estão relacionadas com o ciclo e entre elas temos: produção de água pesada, produção de zircônio metálico, gerenciamento de resíduos de alta atividade e outros, transporte dos materiais etc. Acrescentamos que o urânio está distribuído na crosta terrestre (associado com oxigênio). Este elemento é um dos muitos componentes de vários minerais. Entre esses temos, com capacidade de exploração, a uranita, pechblenda, a torbenita, carnotita e a autunita. Precisamos analisar o conteúdo de urânio nos minerais para sabermos a viabilidade de exploração. O teor é variável de minério para minério (desde algumas partes por milhão até em torno de 20% em peso). É possível encontrar depósitos de urânio em rochas ou na forma de veios. O processo de exploração começa com a avaliação geológica para identificar possíveis ocorrências economicamente viáveis. No ciclo do combustível o processo de enriquecimento (no isótopo ²³⁵U) é considerado o mais importante, pois envolve uma tecnologia, sofisticada, dispendiosa em termos de energia e, portanto cara. Atualmente, os países fornecedores são a França, Reino Unido e os EUA. Dentre os processos físicos envolvidos no enriquecimento destacam-se a difusão gasosa e o enriquecimento centrífugo.

¹³¹ Por volta de 1973 ocorreu a denominada primeira crise do petróleo quando os países árabes do Oriente Médio entraram em conflito com Israel. Em retaliação diminuíram a produção em ¼ do volume produzido (estes países garantiam em torno de 60% da produção mundial). O preço do barril passou de US\$ 2,9 em setembro para US\$ 11,65 em dezembro. A Petrobrás, ficando estimulada a ampliar suas pesquisas, descobriu a bacia de Campos (RJ) comprovando a nossa eficiência quando somos chamados a trabalhar.

¹³² A segunda fase se adentra aos governos militares iniciais e tangencia o que ficou historicamente conhecido como a primeira grande crise do petróleo (1973). O início do período dos governos militares (a história tem seu linguajar próprio) será comentado separadamente na terceira fase por nós analisada (1964 – 1973).

(1973) e início de uma parceria entre a Instituição e a Marinha do Brasil. Um problema que afetou a área nuclear nesse conjunto de acontecimentos é a repercussão da crise do petróleo sobre a energia nuclear¹³³.

A quarta e última etapa que foi estudada começou em torno de 1985 e vem até os dias atuais. O acidente de Chernobyl (26 de abril de 1986) marca o início desta fase que foi dominada no cenário nuclear mundial pelas preocupações e providências no campo da segurança dos reatores, da comunicação de eventos anormais e das medidas a tomar em caso de acidentes. Será que tal resposta mundial à “bolha radioativa” que se espalhou de um dos reatores de Chernobyl repercutiu no rumo da política nuclear brasileira e, especificamente, na programação do IPEN?

Esta periodização é para fins de organização da pesquisa. Foi, em alguns momentos, modificada como resultado do estudo, ora avançando um período no seguinte, ora recuando – será entrecortada com outros eventos que marcaram a história da energia nuclear no Brasil e no mundo. Por exemplo, levamos em consideração a federalização do IPEN, quando este volta a depender oficialmente da CNEN como um dos seus institutos, ainda em 1982.

Também, nesses períodos, é marcante a caracterização relativa às questões internas, como mudanças nas linhas de pesquisa propostas e sustentadas pelos seus superintendentes. As gestões dos pesquisadores da casa são marcantes e citamos as de Marcello Damy de Souza Santos, Rômulo Ribeiro Pieroni, Claudio Rodrigues e Spero Penha Morato. Somos literalmente a Instituição e esta nos representa. Nós somos a história que fazemos. Erros e acertos existem, entretanto, esses quatro superintendentes foram, em momentos diferentes, deveras importantes para a Instituição. Na metodologia adotada, já deixamos claro que não existe uma história tão somente de nomes e datas, mas isso não significa que não falaremos sobre eles.

Para o objetivo que temos em mente, a saber, a contribuição do IEA/IPEN para o desenvolvimento tecnológico na área nuclear, já destacamos que a fonte primária analisada

¹³³ Deixamos, aqui a problemática em aberto, pois um de seus aspectos (o que ela implicou para o IPEN e seus programas) deverá ser esclarecido mais detalhadamente no próprio decorrer do texto aqui apresentado.

foi aquela série de trabalhos dos seus pesquisadores que tem a “marca” da Instituição, que são as publicações IEA e as publicações IPEN.

Analizamos, detalhadamente e sem interrupção, os trabalhos intitulados “Publicação IEA” desde o número 1 até o número 534 (março 1979). Também aquelas intituladas publicações IPEN, desde o número 1 até a de número 401 (setembro de 1994). E incluímos como fontes primárias algumas teses, dissertações e relatórios produzidos pelos pesquisadores do IPEN.

Entrevistamos os pesquisadores que contribuíram para o desenvolvimento científico e tecnológico da Instituição, assim como aqueles que exerceram cargos de direção no IPEN, independentemente de terem desenvolvido a sua carreira científica nesse Instituto.

Outros documentos, quando estavam disponíveis - relatórios de atividades dos pesquisadores, despachos de chefias relativos a projetos e política de pesquisa, manuais de processos, manuais analíticos, fotografias, filmes e projetos das instalações - foram analisados e interpretados. Também, buscamos informações junto às publicações dos órgãos aos quais a Instituição esteve subordinada, tais como o CNPq, o Ministério das Minas e Energia, a Secretaria de Assuntos Estratégicos e ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Informações preferencialmente vindas da CNEN foram usadas na nossa reflexão, dado que a Instituição que estamos estudando sempre esteve intimamente ligada à Comissão (CNEN).

Foram feitas, em cada período, distinções relativas a campos de pesquisa específicos tais como o ciclo do combustível, exceção feita ao campo de reatores que foi estudado separadamente em cada período, dada a sua complexidade. A produção de radioisótopos e radiofármacos - desde o início a grande força do IPEN. Outros campos de estudo foram analisados, tais como a ciência dos materiais, radioquímica, laser, radioproteção, aplicações industriais etc.

O IEA/IPEN tem duas posturas marcantes ao longo dos seus anos de existência. Inicialmente, a Instituição assume claramente uma delas - realizar pesquisa pouco se importando com questões mercadológicas. Provavelmente, essa sua opção foi futo do ambiente acadêmico que reinava na Instituição e da política científica e tecnológica,

mesmo que inconstante, por parte do governo. O que separava os objetivos dos institutos de pesquisa daqueles do mundo industrial? Também não podemos esquecer que foi muito forte a política industrial, em alguns períodos do Brasil, que propunham a tão decantada substituição de importação. Essa política nunca iria favorecer a área nuclear por ser uma área de “big science”.

Nos últimos anos, sobretudo após o governo Collor de Mello, o IPEN vem se preocupando, cada vez mais, com a possibilidade de auferir rendimentos como fruto do seu trabalho, com prestação de serviços para a sociedade. Infelizmente, por se tratar de uma Autarquia Federal, esses rendimentos, provenientes na maior parte da produção de radiofármacos, não ficam sob a gestão do IPEN, voltando para o governo Federal.

O IPEN procura oferecer ao mercado seus produtos, com parcerias rentáveis para que esses parceiros possam, indiretamente, financiar os trabalhos dos pesquisadores, com equipamentos e materiais para suas pesquisas – foi o que aconteceu na parceria com a Marinha do Brasil¹³⁴.

No caso da produção de radioisótopos, embora a Instituição não vise lucro, é necessário contabilizar os gastos para produzi-los, inclusive de pessoal, sendo assim, indiretamente, estamos recebendo pelos serviços prestados quando o governo financia a produção de radioisótopos. Mais adiante, fazemos uma análise mais profunda dessa nova postura e que encontra eco nas políticas implementadas pelos governos dos países, face à nova onda do que ficou conhecido como linha econômica neoliberal¹³⁵.

No primeiro ano da pesquisa, nos dedicamos aos estudos da teoria e metodologia da história, fazendo um trabalho preliminar sobre as fontes disponíveis para a pesquisa (este

¹³⁴ O IPEN tem várias parcerias bem sucedidas e citamos a parceria com a Eletronorte onde a Instituição disponibiliza os seus quadros para prestarem serviços e do outro lado recebe equipamentos para continuar a desenvolver os trabalhos e as pesquisas.

¹³⁵ Para o Almirante Othon, ex-coordenador da COPESP atual CTM-SP a década de noventa pode ser chamada de anticlímax: “A separação dos projetos conjuntos entre o IPEN e a Marinha ocorreu por uma completa falta de visão de ambas as partes. Vamos pegar países que tem recursos. Os E. U. A, (por exemplo), como foi feito o programa? O programa de propulsão nuclear foi intimamente ligado com a Comissão Nacional de (Energia) Nuclear deles. Na França foi feita uma ligação íntima com a Comissão Nuclear Francesa (CEA). Na Inglaterra o mesmo (...). Num país, que não tem dinheiro, muito maior a razão para unir as partes. Eu diria que foi o anticlímax da inteligência que “baixou”. A separação é fruto de falta de visão ou desinteresse, falta de aderência à necessidade de programas estratégicos para o país. Foi uma fase negativa que nós tivemos (...). Nós passamos uma fase que os grandes programas de Estado tiveram uma importância secundária (...). Aquela separação foi uma página. Nem sempre, a sociedade caminha em linha direta. Ela tem suas fases positivas e negativas (...). Othon (2002). Entrevista gravada em 02/12/2002.

trabalho já tinha sido começado anteriormente, foi apresentado em um congresso e foi publicado com os seus primeiros resultados¹³⁶).

No segundo e terceiro anos analisamos as publicações IEA/IPEN e os outros documentos citados. Finalmente, realizamos as entrevistas.

Do quarto ano em diante terminamos as entrevistas restantes, além das análises do material recolhido de forma mais profunda, tendo como suporte os pressupostos metodológicos e teóricos, por nós assinalados, e fizemos a redação final da nossa tese.

Assim, tendo em conta a complexidade de cada etapa, com suas particularidades, pontos em comum e ambivalência, temos a síntese da história de uma Instituição de Pesquisa no Brasil - o IPEN -, revelando o conhecido e o ignorado, até então, sobre esta Instituição.

¹³⁶ Gordon, A. M. P.L (1997). Memória e história da tecnologia: reflexões sobre as fontes para a memória e história da tecnologia do ciclo do combustível no IPEN. Anais do VI seminário nacional de história da ciência e da tecnologia, 223-228. Sociedade Brasileira da História da Ciência, Rio de Janeiro, 1997.

I - Um olhar para o IPEN dentro da escrita da história e do mundo em que vivemos

“La conciencia aporta sus propias certidumbres y, normalmente, quiere conducir a una coherente acción de conjunto; pero conciencia y acción militante son muy limitadas si no se fundan en una visión completa del mundo.”

René Bissières¹³⁷

Neste capítulo relatamos, de forma resumida, as atividades desenvolvidas desde que nos embrenhamos no vastíssimo e estimulante campo de pesquisa, que é a história da ciência. Descobrimos o que muitos já sabiam: a “história” tem uma história.

Iremos nos posicionar enquanto historiadores das ciências¹³⁸, e delinear uma estrutura que dê sustentação ao nosso trabalho¹³⁹.

A discussão da relação sujeito-objeto do conhecimento apresenta para a história uma importância muito maior do que poderíamos pensar à primeira vista, pois essa nos conduz a uma questão ideológica, que é o conceito de história como ciência ou não. Essa é uma questão de teoria do conhecimento que também tem sido abordada por vários teóricos da história, historiadores e filósofos ao longo do tempo.

Esta polêmica, ainda atual, inundou e dirigiu os historiadores no século XIX e início do século XX. A ciência moderna tem um pressuposto: as experiências podem ser reproduzíveis para que se insiram num corpo teórico¹⁴⁰.

¹³⁷ Bissières, René, *La búsqueda de la verdad*, Barcelona, Espanha: Editorial Labor, S. A.; 1968, p. 19. Título original: *Chercher la vérité. Philosophie de toujours*, Les Editions Ouvrières, Paris.

¹³⁸ Como a nossa formação básica ocorreu na área de física, tornou-se necessário que realizássemos um estudo preliminar sobre a teoria e a metodologia da história. Trabalhando em tempo integral no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) achamos que seria importante introduzir essas informações para situarmos como suprimos parcialmente algumas dificuldades. No fundo, as considerações feitas servirão de base para fundamentar a metodologia por nós adotada. Neste estudo tivemos a orientação do professor Shozo Motoyama a quem agradecemos, mais uma vez, quando discutíamos às terças feiras no decorrer da pesquisa. Também agradecemos ao colega Francisco de Assiz Queiroz que sempre, com a gentileza que lhe é peculiar, nos sugeria um tema de leitura além de corrigir nossos textos.

¹³⁹ A historiografia é vasta, mas estudamos algumas referências clássicas e outras, não tão conhecidas, mas de muito valor para a formação daqueles que se embrenham nesse campo do conhecimento. Fizemos um longo percurso até formar uma base, mínima é bem verdade, para que pudéssemos nos embasar e realizar o trabalho a que nos propúnhamos. Alguns dos trabalhos sugeridos foram lidos e contribuíram para a nossa formação: Goff, Jacques le (1996): *História e memória*; Cardoso, Ciro Flamarion e Brignoli, Héctor Pérez (1979): *Os métodos da história*; Bloch, Marc (1965): *Introdução à história*; Bernal, John D (1973). : *Historia social de la ciencia, la ciencia em la historia*; Samaran, Charles, org. (1961). *L’histoire et ses méthodes*; Dumas, Maurice (1969): *L’histoire des techniques: son objet, ses limites, ses méthodes*; Motoyama, Shozo (1975). Algumas reflexões sobre a historiografia contemporânea da ciência; Motoyama, Shozo (1977): *Métodos em questão*; Carrion, Raul (1996): *A escola dos Annales e a Nova História*; Vargas, Milton (1985): *Metodologia da pesquisa científica*. Além destes ainda estudamos outros autores quando fizemos, como ouvinte, o curso de “metodologia da história” na faculdade de Filosofia Letras e Ciência da USP na época ministrado pela Dra. Ana Maria de Almeida Camargo.

Entrementes, em muitos casos, acabamos por lidar com casos particulares. O que dizer de experiências de queda livre de um corpo sem levar em conta a resistência do ar? Logicamente sabemos que é uma experiência imaginada e sustentada por um corpo teórico de equações matemáticas. No caso da mecânica quântica temos algumas experiências do pensamento. Não conseguimos reproduzi-las totalmente no domínio físico em que vivemos.

Casos particulares, a física clássica é repleta de exemplos. E a convergência de séries onde desprezamos, ou seja, reduzimos a zero, certos termos em relação aos outros termos da série. Sem esse recurso teórico não chegaríamos a um acordo da convergência da série. Os modelos na física são muitos. Trabalhamos com diferentes modelos da constituição do núcleo, modelos de difusão atmosférica, de interação da radiação com a matéria, etc.

Lidamos com essas e outras simplificações, não citadas aqui, há séculos, e nem mais as questionamos. A história estuda o comportamento humano tanto individual quanto coletivo, inseridos numa determinada sociedade, valendo-se da observação e análise dos fatos ocorridos, tendo como suporte um método científico¹⁴¹ assentado em uma reflexão teórica.

Ao longo dos anos as posturas adotadas nas pesquisas em história variavam segundo a "escola" dos pesquisadores.

Anteriormente ao século XX, a história era muito mais vista como uma sucessão de eventos, ocorrendo essencialmente no passado - distante o suficiente do historiador para

¹⁴⁰ “(...) os critérios de verdade foram (...) evoluindo. (...) No mundo moderno a concordância de uma conjectura teórica prévia com a experiência, organizada de acordo com essa conjectura, passou a ser o critério de verdade e daí passou-se à verificação positivista como última marca de verdade”.

¹⁴¹ Não se trata de decretar uma autoridade absoluta da ciência e dos cientistas fazendo da palavra ciência um porta-estandarte para abrir o caminho a tudo que fazemos. É comum como recurso de propaganda definir um método, um produto, como fruto de uma atividade científica. Para conhecermos a realidade precisamos refletir sobre as relações que os homens travam entre si, com a natureza e com as instituições. A realidade histórica é dinâmica e está em constante transformação graças à luta entre o ser e o não ser. “A transformação da sociedade monárquica e feudal em sociedade burguesa que surgiu da contradição dialética entre as classes da sociedade francesa do século XVIII, encontrou em Napoleão o seu instrumento mais poderoso, a sua causa eficiente, o que justificou o entusiasmo do jovem Hegel, que interpretou tais acontecimentos como um exemplo cristalino das suas idéias de contradição existentes na consciência humana” (Rocha e Silva/1976). Ela, a ciência, só terá validade se levar o homem a refletir e atuar sobre as contradições inerentes a seu modo de organização social de maneira a auferir o bem estar a todos os seres humanos. No estudo sobre as instituições iremos refletir sobre as relações que os pesquisadores tiveram no decorrer dos seus trabalhos com a tecnologia, com a ciência enquanto instituição, enquanto forma da produção direta ou indireta do conhecimento que movimenta a sociedade. Devemos atentar para não sermos dogmáticos para não empobrecer a análise com pressupostos autoritários. A realidade é dialética em si mesma na forma de tese e antítese produzindo a síntese num movimento infinito como acentua Rocha e Silva (1976), página 49. Não obstante isso não é tudo que dispomos, embora sejamos seres inseridos em uma sociedade temos também as nossas aptidões pessoais e o nosso individualismo.

que esse, livre de emoções, pudesse relatá-los imparcialmente - e ocorrendo linearmente. Para os professores de Bloch¹⁴², por exemplo, seria muito estranho ou mesmo um grande erro a tentativa de se estudar um acontecimento, uma instituição, enfim, um universo no tempo presente¹⁴³. Eram os fatos os mais importantes para a história da humanidade e sempre parecia que tinham sido fruto da cabeça de um ser humano em uma data precisa. Lembremos de uma observação deste historiador¹⁴⁴ :

“Decerto a palavra, desde que apareceu, há já mais de dois mil anos, na boca dos homens, mudou muito de conteúdo. (...). Se as ciências, a cada uma das suas conquistas, tivessem de procurar um nome novo para si – quanto baptismo e quanto tempo perdido no reino das academias! (...) que ela é então? (...) algumas vezes se disse: “A história é a ciência do passado.”. É erro dizê-lo, em meu entender”.

A propósito, lembremos que as diferentes tendências que foram surgindo e que foram influenciando as análises históricas da produção científica, desde o final do século XIX, também não surgiram, em sua essência, pela obra criadora de gênios a despeito desses existirem¹⁴⁵.

Os historiadores são homens inseridos em seu tempo, cujas idéias também são fruto das novas descobertas e invenções do período. Para nós existe um total entrelaçamento, mas temos que tomar cuidado para não transformar essa nova visão em “migalhas” como bem alerta Carrion (1996)¹⁴⁶ e tampouco deixar de lado a noção de causa e efeito em história sem, contudo, sermos essencialmente deterministas¹⁴⁷.

Embora tenhamos claro que o conhecimento científico é histórico e social, como todas as outras atividades humanas, sabemos que, para muitos cientistas e alguns historiadores, a ciência é uma “privilegiada”, neutra e detentora de uma total ou quase total, independência de influências sociais.

¹⁴² Bloch, Marc (1965): Introdução à história,

¹⁴³ “No vasto fluir dos tempos, julgamos poder pôr à parte uma fase pouco extensa. Relativamente pouco distante de nós no seu ponto de partida, ela abarca no seu termo os próprios dias que vivemos. (.) “De 1839 para cá já não é história”, dizia um dos nossos professores do liceu, muito velho já, quando eu era ainda muito novo, “é política”. Tinha tão pouca razão o meu bom reitor que no liceu do Linguadoque onde assentei praça como professor, me advertia com voz grossa de capitão de ensino: “Aqui, o século XIX não é muito perigoso. Mas, quando chegar às guerras de religião, tenha cuidado.””. Bloch, Marc (1965): Introdução à história, p. 37-38.

¹⁴⁴ Bloch, Marc (1965): Introdução à história, p. 24-25.

¹⁴⁵ Esta é uma afirmação delicada nos dias atuais. Pode nos conduzir perigosamente a aceitação de que a inteligência nos é herdada exclusivamente pelos nossos pais. Não aceitamos e mesmo argumentamos contra a posição daqueles que afirmam que o nosso “DNA” nos conduz ou não à inteligência.

¹⁴⁶ Carrion, Raul (1996). A Escola dos Annales e a Nova História, p. 65.

¹⁴⁷ Podemos analisar o passado, reconstituí-lo, mas não adivinhamos o futuro, muito embora, devemos e podemos refletir sobre o mesmo, pois este devir nos interessa enquanto civilização.

A discussão nos remete para outro debate ocorrido nos anos trinta. Estamos falando da visão "internalista" e "externalista" da concepção da história da ciência. Esta discussão está surgindo juntamente com outros debates sobre objetividade/subjetividade da ciência, racionalidade/irracionalidade do trabalho do historiador e do cientista, assim como o problema de causalidade em história. De uma maneira geral a corrente externalista considera a produção científica como um produto histórico e a internalista enfoca a ciência como a construção pura e desinteressada do conhecimento, independente das condições sociais.

Motoyama (1975)¹⁴⁸ pontua que o ramo externalista “*tem como objetivo de partida a explicação de uma superestrutura chamada ciência através de considerações sobre infra-estrutura*” e que “*foi realizado pelos chamados historiadores socialistas da ciência, incluindo os marxistas*”. Cita vários, e entre eles J. D. Bernal¹⁴⁹, o qual seguiremos os passos em algumas questões, como ficou claro quando fizemos a discussão da metodologia adotada.

No entanto, não podemos deixar de chamar a atenção da contribuição da denominada “Escola dos Annales”, embora esta, em suas concepções, seja heterogênea (se considerarmos suas diferentes gerações), teve muito a contribuir. Carrion¹⁵⁰(1996) sintetiza:

“Devemos fazer uma análise rigorosa (...) que resgate o que há de racional e científico na produção da Nova História”, muito embora faça uma crítica ao que denomina: “*as velhas idéias que aparecem como novas e negam a objetividade do conhecimento histórico*”¹⁵¹, na Escola dos Annales. Para este autor: “*É inegável a existência de uma continuidade, em diversos aspectos e tendências, entre os Annales e a Nova História*”¹⁵².

Quanto aos "positivistas", o rigor a respeito do caráter da história como ciência extrapola a nossa visão, pois o critério de objetividade e neutralidade é muito rígido e delimitado para ser factível. Dentro dessa ótica, as fontes históricas falam por si só e a

¹⁴⁸ Motoyama, Shozo (1975). Algumas reflexões sobre a historiografia contemporânea da ciência, p. 614.

¹⁴⁹ Bernal, John D (1973): Historia social de la ciencia, la ciencia en la historia.

¹⁵⁰ Carrion, Raul (1996). A escola dos Annales e a Nova História, p. 58-68.

¹⁵¹ Carrion, Raul (1996). A escola dos Annales e a Nova História, p. 58-68.

¹⁵² Carrion, Raul (1996). A escola dos Annales e a Nova História, p. 67.

primazia é do objeto que se impõe ao historiador. Sendo assim, o historiador analisa minuciosamente os textos, tira dos documentos tudo o que ele contém e só escreve segundo os textos. Um representante digno de nota dessa linha foi Fustel de Coulanges¹⁵³ (1830-1889). Para ele isto podia ser feito, pois acreditava na possibilidade totalmente objetiva da leitura de todos os documentos de interesse privado e público, leis, crônicas, histórias.

Então, não se corria o risco de leituras isoladas e podia-se ter a idéia exata da sociedade. Sob essas condições a história é uma ciência, pois para esta concepção teórica o historiador não “contamina” a sua produção com considerações de caráter moral, político e pessoal. A retórica deveria ser apenas um recurso de comunicação, como se não fôssemos homens inseridos em uma sociedade.

Continuamos discutindo as posições teóricas comentando sobre a corrente denominada "Presentistas". Embora existam, entre estes, pequenas diferenças de concepções, percebemos em Benedetto Croce (1866-1952) e Charles A. Beard (1874- 1948)¹⁵⁴ que as fontes são objeto de construção e não falam por si só – opinião essa que é partilhada pelos seguidores da Escola dos Annales -, a história dá primazia para o sujeito. Para Beard a documentação é um ponto de apoio e a realidade total não é cognoscível e se diferencia da ciência porque envolve considerações éticas e estéticas, enquanto Croce, embora considere que as fontes não falam por si, deixa em aberto a questão da cientificidade da história. Ainda afirma que toda história é contemporânea (muito mais do que no senso comum), pois está ligada ao sujeito que estuda.

Os seguidores da escola dos Annales criticam os Positivistas quanto à sua forma de encarar o papel dos documentos no procedimento histórico. Dentre os historiadores ilustres dessa escola, Lucien Febvre¹⁵⁵ opina que as informações não se encontram prontas nos documentos. É preciso fazer hipóteses e analisá-las. Em Jacques Le Goff¹⁵⁶ (3ª geração) a importância do sujeito no processo do conhecimento é ressaltada. No entanto, devemos ficar atentos para que a imaginação criadora não enverede, em demasia, para as questões

¹⁵³ V. Coulanges, Fustel de. *Histoires des institutions politiques de l'ancienne France* in: Ehrard, J. & Palmade, G. P. – *L'histoire*. 2ª ed. Paris: A. Colin, 1965. P. 322-324.

¹⁵⁴ V. Croce, Benedetto: “Historia y cronica”. In: *teoria e historia de la historiografia*. Tradução de Eduardo J. Prieto Buenos Aires, Editorial Escuela, 1965. P. 11-22; V. Charles Beard: “That noble dream”. *The American Historical Review*, New York, 41 1 (1935), p. 74- 87.

¹⁵⁵ Febvre, Lucien (1970). *De 1892 a 1933: examen de conciencia de una historia*, p. 15-35.

¹⁵⁶ Goff, Jacques le (1990). *O singular e o universal: generalizações e singularidades da história*.

do cotidiano e acabe negando por inteiro "a própria objetividade do conhecimento histórico, a existência da verdade na história, a totalidade do real, o progresso, a evolução"¹⁵⁷.

Embora estes últimos estejam se posicionando contra os positivistas, que afirmam que o historiador deve ser neutro quando analisa um texto ou uma ocorrência, devemos ficar atentos para a ambigüidade da refutação. A neutralidade é uma missão que se cumpre parcialmente, e a imaginação está realmente presente no trabalho do historiador, mas é a imaginação com criatividade, racional e científica. Não podemos ser como os contistas na análise histórica. Na resenha do livro "Relações de força" de Carlo Guinzburg, Nicolau Sevcenko (2003) deixa entrever um clarão sob o debate entre aqueles que consideram a pesquisa histórica como uma disciplina consolidada dentre as ciências humanas contra aqueles que a consideram como uma narrativa:

"O objetivo da pesquisa histórica é esgarçar a pretensa coerência desse tecido discursivo, abrindo poros por onde transpirem presenças, experiências e sentido antes destinados a permanecer ocultos ou sufocados, como num teatro cujo pano de boca nunca subisse. O problema com o relativismo cético é que ele insiste em que atrás do pano de boca só há o avesso do pano de boca. Os fatos ficam reificados na linguagem e os juízos éticos são remetidos à dinâmica do imaginário. O que se perde de vista são as relações de força, o nexos explicativo entre os fatos que se impõem e as vivências que se escamoteiam. Guinzburg restitui o ofício do historiador à sua mais plena dignidade" ¹⁵⁸.

O historiador estabelece hipóteses e opera com as mesmas, realmente, como afirmam os seguidores dessa importante escola – dos Annales –, o historiador vai ao passado, já com perguntas elaboradas no presente. Daí, o contraste entre Bloch e seu antigo professor, quando o assunto é a validade de se fazer "a história" do que está ocorrendo no seu tempo. Nessa questão Bloch¹⁵⁹ é claro quando afirma:

"Alguns julgando que os factos que estão mais perto de nós são por isso menos refractários a qualquer estudo verdadeiramente sereno, desejam sòmente evitar à casta Clio inflamados contactos. (...) É esquecer também que, quando as ressonâncias sentimentais entram em jogo, o limite entre o actual e o inactual não se regula necessàriamente pela medida matemática de um intervalo de tempo".

¹⁵⁷ Carrion, Raul (1996). A escola dos Annales e a Nova História, p. 58.

¹⁵⁸ Sevcenko, Nicolau (2003) A força da história. Folha de São Paulo. Jornal de resenhas. Especial 5, 11/01/2003. "Também precisamos de imaginação – de preferência associada com informações – a fim de evitar o maior perigo do historiador, o anacronismo". Hobsbawm, Eric (1998). Página 225.

¹⁵⁹ Bloch, Marc (1965): Introdução à história, p. 38.

Para Carrion¹⁶⁰:

“(...) avanço técnico e metodológico dos Annales careceu de uma correspondente renovação teórica. Para isso pesou a sua subestimação da teoria e a sua visão ambígua da história enquanto ciência”.

As reflexões desenvolvidas sobre a metodologia e os fundamentos teóricos que norteiam o campo da história são um importante suporte teórico para a compreensão do papel do IPEN - uma Instituição de pesquisa contemporânea a nós mesmos - em um contexto histórico, no desenvolvimento de tecnologias no Brasil, mormente aquelas inseridas na área nuclear. Nessas discussões ficam desenhados os fundamentos das hipóteses levantadas que irão, mais à frente, refletir-se no trabalho e nas conclusões levantadas¹⁶¹.

São inúmeros os trabalhos realizados que versam sobre os diversos matizes do tema nuclear, tanto no Brasil como alhures. Deve-se ressaltar, entretanto, que são praticamente inexistentes os trabalhos que abordam a contribuição, na área nuclear, do IPEN. Encontramos trabalhos esparsos dentro da Instituição com alguns poucos relatos, nos últimos anos, sobre o IEA/IPEN com enfoque documental e não analítico. Estes estão citados nas referências bibliográficas.

Levantamos também que a arte e a ciência são, ambas, atividades sociais, inseridas em seu tempo, e a arte é uma das formas de contemplar e interpretar a natureza, traduzindo, em arranjo de palavras, pinceladas, etc, o que o homem social está “vendo”. Usando, ao longo da dissertação, trechos dos nossos escritores e poetas (contemporâneos ou não), faremos uma metáfora do que estamos discutindo¹⁶².

¹⁶⁰ Carrion, Raul (1996). A escola dos Annales e a Nova História, p. 59.

¹⁶¹ Em toda essa explicação inicial pretendeu-se mostrar que como bem pontua Serres: "A história da ciência estaria a sonhar alto se permanecesse nas universidades ou nas instituições oficialmente ligadas à investigação. A bifurcação das ciências e da sociedade relaciona-se nas muitas técnicas desenvolvidas nas companhias com um alto nível de sofisticação e com um rico valor acrescentado. Aqui o saber adapta-se em tempo real, assim como o saber fazer, aos golpes imprevistos da conjuntura e da procura. As relações do mapa e do mundo real refinam-se". Serres, Michel (1989). No prefácio do livro "História das ciências. I. Da Babilônia à Idade Média"; p.21. Tornou-se necessária também a participação em alguns cursos, tanto da graduação como da pós-graduação, seja como aluno especial, ouvinte e finalmente, na metade do primeiro semestre de 1999, como aluna regularmente matriculada no Curso de Doutorado em História Social da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

¹⁶² “O binômio de Newton é tão belo como a Vênus de Milo. O que há é pouca gente para dar por isso”. O vento lá fora. Álvaro de Campos. Quando lemos as obras daqueles “viajantes” europeus que estiveram no Brasil (séculos XVI, XVII, XVIII e XIX) e que nos deixaram desenhos e pinturas retratando as diferentes espécies da nossa flora e fauna ou os quadros de Jean Baptiste Debret (1768-1848) que muito nos fala da nossa sociedade da época ficamos extasiados com a possibilidade de compreender a nossa formação.

Existe uma limitação que atua em dois níveis opostos. O método científico impulsiona o ser humano para a “verdade” sem contaminação ideológica e os pressupostos ideológicos de classe atuam como um elemento traço “contaminante” no processo de raciocínio. Portanto por coerência com o rumo que adotamos, nos resta descrever como, a partir de algumas inquietações e experiências do dia a dia, começamos a nos interessar pela história da ciência e da tecnologia¹⁶³.

Os seres humanos vivem, felizmente, assolados de dúvidas e perguntas. As dúvidas e perguntas causam transformações por meio das tentativas de respondê-las. A confusão e a ansiedade, reinantes no mundo, quando se trata de algumas tecnologias antes inexistentes e que foram sendo desenvolvidas no decorrer do século XX e, sobretudo, àquelas ligadas à área nuclear causam debates acalorados. Como podemos escrever sobre um instituto de pesquisa, da área nuclear, sem esclarecer a nossa visão nos debates que ainda hoje se fazem presentes?

Vejamos um exemplo a respeito do qual introduziremos somente alguns comentários para, posteriormente, nos dedicarmos ao tema em capítulo inteiro. O medo propalado por alguns grupos que são totalmente avessos a tudo que tenha ligação com o nuclear, muito embora desintegrações de átomos radioativos estejam acontecendo, todo momento, em nosso ambiente, em nossos corpos, não é de todo sem sentido. Subjacente, a essa discussão, muitas outras são postas, mas, fundamentalmente, surgem perguntas sobre benefícios e malefícios do desenvolvimento e aplicações da tecnologia nuclear. Quem trabalha na área científica e tecnológica deve, mais do que todos – o cientista¹⁶⁴ tem uma

¹⁶³ Usamos mais uma vez trechos de autores (Serres e Calvin) que refletem as nossas diretrizes para o trabalho aqui desenvolvido. "(.) e nós ficamos inquietos por ignorarmos quais são os actos, os verbos, os estados/ ou os outros objetivos desconhecidos, / para que ele se precipite, agora, sem saber..." / Serres, Michel (1989). No prefácio do livro "História das ciências. I. Da Babilônia à Idade Média"; p. 5. / Como Charles Mingus dizia sobre o Jazz: "você não pode improvisar a partir do nada, você tem de improvisar a partir de alguma coisa. Os romanos diziam *ex nihilo nihil fit*". Ao criar um novo plano de ação devemos começar de algum lugar e depois refinar as coisas." / Willian H. Calvin (1998). Como o cérebro pensa. A evolução da inteligência, ontem e hoje, p. 37. Aforismo de um verso de Pérsio: "coisa alguma pode ser criada do nada".

¹⁶⁴ "Um país do tamanho do Brasil que quer ter a projeção que o Brasil quer ter, não pode renunciar a desenvolver conhecimento em nenhuma área (...) Em termos práticos, o que o ministro (Roberto Amaral, ministro de ciência e tecnologia do governo de Luís Inácio Lula da Silva) defende é que o Brasil seja detentor da tecnologia nuclear, mas não desenvolva bombas atômicas. O conhecimento seria realizado em biomedicina ou em geração de energia". Folha de São Paulo, caderno ciência. Política Científica. Amaral defende tecnologia nuclear. São Paulo 07/01/2003, pág. A12.

enorme responsabilidade social com o fruto do seu trabalho¹⁶⁵ -, ser o primeiro a levantar o debate no seu próprio meio e levar o mesmo para a área pública.

No entanto, provavelmente, muitas pessoas pertencentes aos grupos "contra o nuclear" fumam sem saber que estão inalando elementos radioativos (ver anexo I). O cigarro, ainda mesmo que não tivesse material radioativo, apresenta um efeito maléfico, comprovado pelos estudos epidemiológicos, que não é desprezível.

As aplicações benéficas da energia nuclear¹⁶⁶, basta olharmos para o lado do aproveitamento dessa em energia elétrica ou como fonte de produção de radioisótopos para aplicações em agricultura, indústria e medicina, parecem tão compensadoras, face à possibilidade eventual de malefícios, como armamentos nucleares, acidentes, etc. Estes últimos podem e devem ser controlados e evitados.

No caso desse último (malefícios) pesa na análise o fato de que na área nuclear se realizem estudos, trabalhos e aplicações que envolvam "segurança e proteção", tanto do trabalhador quanto do indivíduo do público¹⁶⁷. A filosofia de proteção radiológica vem

¹⁶⁵ Seria ingênuo pensar-se que tudo está nas mãos dos cientistas e que a ciência é a salvadora do mundo. Também não podemos isentá-los, os cientistas ou tecnólogos, da responsabilidade de serem um veículo social de formação de opinião. Daí a sua responsabilidade. Sabemos que as instituições responsáveis pelas diretrizes mundiais embora, na maioria das vezes, sejam extremamente pressionados pelo capital e pelo Estado, têm nos seus cargos de direção, além de industriais, tecnocratas e banqueiros, uma parcela importante da comunidade científica que no mínimo são assessores nos órgãos que têm poder de decisão quanto à política científica, tecnológica e industrial para o país, entre outras. Na Instituição, podemos citar, a título de um bom exemplo o Dr. Nilson Dias Vieira Jr., pesquisador do IPEN, conselheiro da FAPESP. Outro exemplo é o Dr. José Octávio Armani Paschoal que participou da comissão presidida pelo Dr. José Galizia Tundisi, que foi criada pelo Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia Ronaldo Mota Sardenberg, junto ao Ministério de Ciência e Tecnologia (portaria número 137 de 26 de abril de 2000) e à Comissão Nacional de Energia Nuclear para identificar estratégias e formatar uma política de longo prazo para as Unidades de Pesquisa (Ups) vinculadas a esse ministério. Interessante observar que mesmo tendo, entre os seus dez membros um pesquisador originário de uma instituição nuclear, esta área não está contemplada dentro das prioridades de infra-estrutura estratégica para os próximos anos no relatório final apresentado pela comissão (governo de Fernando Henrique Cardoso) que ficou conhecido como "Relatório Tundisi". Mais adiante comentaremos ainda sobre esse relatório no que diz respeito à questão dos cursos de pós-graduação e os institutos de pesquisa.

¹⁶⁶ "Segundo projeção pela ONU, a população brasileira será 244 milhões em 2050. A capacidade de geração elétrica para atingir o padrão de vida atual europeu será entre 293 e 439 GW, correspondente a 1,2 e 1,8 kW por habitante, respectivamente. O Brasil precisará construir novas usinas da ordem de 250GW, a ritmo de 5 GW por ano ou uma usina equivalente à de Itaipu cada dois anos e meio. O desenvolvimento nacional necessita de enormes investimentos e esforços e envolve questões de fontes de energia e efeitos ambientais (...) concluímos que outras fontes serão necessárias. (...) A produção atual e a reserva de petróleo são bem limitadas (...). O petróleo e o gás natural deveriam ser reservados para usos mais prioritários, principalmente no setor de transporte, do que a geração de eletricidade". Ishiguro Yuji (2002). Fontes de energia para a humanidade e o papel do reator rápido.

¹⁶⁷ "Rappelons que l'effet cancérogène des radiations peut être mesuré avec précision acceptable pour des doses de 0,5 à 1Sv et que la dose la plus faible d'irradiation a débit élevé pour laquelle un effet cancérogène a été détecté est d'environ 100 mSv. Depuis l'apparition de la vie sur terre tout être vivant est soumis à une irradiation naturelle (rayons cosmiques, radioactivité naturelle) Qui a régulièrement décliné pendant cette période. De plus, l'irradiation naturelle varie considérablement d'une région à l'autre en fonction de la nature du sol: en France de 1,5 à plus de 6mSv/an, à l'échelle du globe entre 1,5mSv/an et 100mSv/an. Or aucune augmentation de la fréquence des effets génétiques (malformations congénitales) et de celle des cancers n'a été détectée dans les régions à forte irradiation naturelle. De plus, les nombreuses enquêtes effectuées chez des populations exposées à des doses inférieures à 100mSv (travailleurs des usines nucléaires et

mudando¹⁶⁸, ano após ano, juntamente com a tecnologia envolvida nos equipamentos de proteção e com os movimentos políticos contra as atividades na área.

A luta entre opiniões contrárias tem sua força e é importante, sobretudo, no campo das aplicações tecnológicas. Os defensores radicais das duas posições, ora confusos, ora ansiosos, misturam "verdades" com preconceitos. Como conduzir o debate? Existem inúmeros argumentos epistemológicos que nos levariam, conforme a abordagem, a tomar partido de um ou de outro contendor.

Motoyama¹⁶⁹ (1994) entre tantos outros propõe uma saída quando discorre sobre a importância da história da ciência e ressaltamos: é importante para a tomada de decisões.

"Não se trata, (...), de adotar um modelo dogmático ao qual os fenômenos históricos deverão se adequar, mas (...) de estabelecer um sistema de referência a partir do qual os fatos históricos possam ganhar contornos nítidos. (...) qualquer teoria pode ser comprovada pelos fatos históricos se estes forem adequadamente escolhidos da enorme massa de dados colocados à disposição pela história. Isto já não acontece se estes dados estiverem encadeados como fluxo de um processo, adotando um padrão que não é facilmente moldado àquele estabelecido por uma dada teoria. Inversamente, se a teoria é capaz de reproduzir com boa aproximação as características de todo um processo histórico, existe uma razoável garantia de que ela seja um retrato fiel dessa realidade histórica".

Por outro lado, parece-nos que as impressões tecidas até o momento, sobre metodologia, arte, sociedade etc, não são uma explicação única que justifique que o pesquisador divida o tempo de trabalho entre as aplicações tecnológicas da energia nuclear e a história da ciência e da tecnologia. A capacidade e a vontade de sondar e compreender o universo é inata do ser humano, mas também é histórica.

O aumento do interesse em dar explicações é reforçado conforme avançam os estudos e conhecimentos. Já surgem nas indagações da infância da humanidade e do ser humano.

des arsenaux, malades soumis à des examens médicaux ou ayant ingérés des produits radioactifs pour des raisons médicales, etc...) n'ont jamais détectés un effet significatif. (...) on n'a jamais observé, chez l'homme, d'effets génétiques provoqués par les rayonnements ionisants, même pour des doses relativement élevées (Hiroshima et Nagasaki, irradiations thérapeutiques)". Tubiana Maurice (2001). Directeur honoraire de l'Institut Gustave Roussy, vice-président de l'Académie de Médecine. Membre de l'Académie des Sciences. Les risques sanitaires des différentes énergies: comparaisons.

¹⁶⁸ Ver anexo III.

¹⁶⁹ Motoyama, Shozo et al (1994). *Novas tecnologias e o desenvolvimento industrial brasileiro*. In Motoyama (org.). *Tecnologia e industrialização no Brasil. Uma perspectiva histórica*, p. 316-317.

Tentamos buscar as respostas num espectro mais amplo de conhecimentos, ligando a ciência com as outras áreas do saber humano.

Dentro do contexto adotado nesse capítulo nos parece importante delinear os motivos ditos "racionais" mas também os emocionais, pessoais, que levam o ser humano a diferentes opções de vida. Deixaremos, momentaneamente o tom parcialmente formal¹⁷⁰. Seres humanos são perseguidos pela dicotomia: objetivo e subjetivo. Temos pontos de vista pessoais, preferências, aptidões etc. Vivemos em um mundo cheio de pontes - ciência, arte, história, filosofia.- que é uno e multifacetado.

Numa das dimensões temos, de um lado, as máquinas, os equipamentos, os aparelhos, as tabelas, os gráficos etc. Nos cercam desde um liquidificador até um complexo arranjo para pesquisa na área nuclear - todos voltados para o progresso do homem no sentido de tornar sua vida mais “racionalizada” e aumentar a eficiência das suas ações, libertando-o para a criação. Ali, do outro lado da rua a fome, a miséria, a violência, etc. Somos obrigados, graças à razão, a repensar nossas preferências e conclusões.

Somos conduzidos, por exemplo, a questionar se existe uma relação linear entre riqueza e tecnologia. É uma questão complexa. Mesmo sabendo que não existe uma relação forçosamente linear (alguns países são ricos, mas pouco desenvolvidos tecnologicamente), faremos uma reflexão. Em termos de crescimento econômico, o Brasil não é um país para se desprezar, como bem afirma Motoyama¹⁷¹. O fato de estar sempre próximo do décimo lugar não é o que melhor podemos fazer. No entanto, se lembrarmos que temos em torno de 200 países no mundo, estarmos em décimo lugar significa muito.

Mesmo assim o que se questiona é o fato de existir uma pequena elite econômica – é a famosa má distribuição de renda – que desfruta da maior parte da riqueza enquanto a maioria da população vive em condições de pobreza abjeta. Como podemos justificar o desenvolvimento de C&T quando parcela expressiva da população não tem nem mesmo rede de esgoto, água encanada, etc. Ficamos, em um primeiro momento, indefesos, sobretudo por se tratar de uma área tão polêmica como a nuclear. Não obstante, a história

¹⁷⁰ Queremos deixar claro no texto em questão (nosso trabalho) o porquê do tema proposto, com o intuito de mapear o terreno que estamos percorrendo. No prefácio do livro história da vida privada, Georges Duby ressalta: “(...) o leitor (...). Não percebe que hoje em dia é urgente salvaguardar a própria essência da pessoa, pois demolindo as últimas muralhas da vida privada, o fulgurante progresso técnico desenvolve essas formas de controle estatal que se não tomarmos cuidado, logo reduzirão o indivíduo a um número no meio de um imenso e aterrador banco de dados?” in História da vida privada. Do império Romano ao ano mil. Companhia das Letras. Volume I. Coleção dirigida por Philippe Ariès e George Duby.

¹⁷¹ Motoyama (2000). Comunicação particular. Gravada

da Instituição nos mostrará que em algumas áreas e momentos o IPEN contribuiu para a sociedade¹⁷² tendo produzido economia de divisas e, com suas pesquisas, benefícios para a sociedade.

Ainda ficamos com o impasse relacionado ao tipo de crescimento pretendido e que pode nos deixar para sempre numa posição de ator coadjuvante no cenário mundial, mesmo do ponto de vista econômico. Falamos da estratégia para que o país seja independente em quase tudo e, no entanto, só “crescemos” dentro das “benesses” que porventura a conjuntura internacional possa nos deixar aproveitar. Isso ocorre, e no caso da Instituição “sofremos” por causa dessa política, porque ficamos dependentes daquilo que é feito nos países líderes, que não são mais do que meia dúzia de países. Estes ditam as regras internacionais e a divisão internacional do trabalho, mesmo que diferenciada nos dias de hoje. Nesse sentido a questão da riqueza não está apenas diretamente relacionada com o desenvolvimento econômico, nem com os desenvolvimentos social e cultural, mas também com o tecnológico.

Quando falamos em dependência estamos preocupados com a nossa forma de pensar a sociedade e que, nesse caso, constatamos que atravancou o desenvolvimento das pesquisas tecnológicas no IPEN.

Em termos de C&T ou mesmo de cultura de uma sociedade também existe uma visão distorcida. A grande cultura, aquilo que é muitas vezes referenciado, é feita por intermédio da mídia, que está diretamente relacionada com a elite econômica. Isso influencia todas as camadas da população, inclusive aos pesquisadores que podem, de uma maneira mais ampla, numa instituição centralizadora, ser bastante observada pela postura de seus diretores, superintendentes¹⁷³. Hoje, na terceira (1998-2003) gestão do Doutor Claudio Rodrigues a Instituição adotou uma estrutura matricial visando a uma maior autonomia das

¹⁷² Existe uma discussão na sociedade sobre os reais benefícios e malefícios que a sociedade tecnológica aporta para os seres humanos. Já podemos aqui nos identificar, se é que ainda não ficou claro, que somos daqueles que advogam que o resultado de aplicações tecnológicas, via de regra, será mais benéfico que maléfico e que mesmo os malefícios poderão ser resolvidos com tecnologia e uma política correta para a área, incluindo aspectos educacionais. Há pouco tempo nos deparamos com um exemplo. Em alguns lugares em que os recifes de corais estão escassos, as espécies que necessitam dos mesmos para sua sobrevivência foram beneficiadas com a construção de recifes artificiais realizados pelo homem. O geógrafo Aldo Rebouças em uma conferência citou um caso emblemático em que, numa região do Nordeste brasileiro, os agricultores foram conduzidos a trocar a energia fornecida pelos cata-ventos por um sistema mais moderno. Em pouco tempo estes últimos, por falta de manutenção, ficaram enviáveis. Ora, o problema não está na opção por um sistema mais moderno tecnologicamente e sim pela falta de educação no sentido de formação daquela gente simples do Nordeste brasileiro. Informação gravada em 06/05/2003. Ver anexo III.

¹⁷³ Mais adiante, ao longo do trabalho, comentaremos sobre a influência de cada um dos superintendentes e a cultura da Instituição.

suas áreas numa moderna visão de gestão, embora, mais adiante, iremos tecer alguns comentários sobre essa nova estrutura, só poderemos realmente avaliar os seus resultados no futuro¹⁷⁴.

A chave para explicar algum interesse em um âmbito mais profissional, pela área da história da ciência, ocorre quando estamos procurando uma resposta para uma indagação no campo das idéias de qualquer área do saber humano. De uma maneira geral quem não faz indagações – caráter ideológico, filosófico e muito possivelmente epistemológico¹⁷⁵ - quando se adentra nas duas fortes correntes de interpretação da teoria quântica surgidas na primeira metade do século XX¹⁷⁶?

Ressaltamos que é gravíssimo acreditar que uma teoria foi desenvolvida, criada e/ou descoberta de uma maneira linear, sem entraves econômicos, culturais, sociais, pessoais

¹⁷⁴ “Concordo com você, a base do IPEN, do IEA antigo foi muito bem “plantada” (...). Um exemplo é o Doutor Tharcísio Damy de Souza Santos, no campo da metalurgia, o professor Fausto W. de Lima (**radioquímica**), o professor Alcídio Abrão (**engenharia química**), o professor Shigueo Watanabe (**física da matéria condensada**), o professor Marcello Damy de Souza Santos (**física nuclear**), o professor Rômulo Ribeiro Pieroni (**física médica e radiobiologia**), São tantos (...). Enfim acho que essa geração fincou os primeiros alicerces para o IPEN. Deixaram uma cultura importante. (...) Nós tínhamos as grandes ilhas de excelência aqui dentro do IPEN (...) eram setores muito bem estruturados, mas que interagiam muito pouco um com o outro. Lembro-me de quando estava fazendo o meu mestrado de precisar de um equipamento da metalurgia e não poder usá-lo porque eu trabalhava no Departamento do Shigueo (Coordenadoria de Ciências dos Materiais - CCTM), mas eu podia usar o da Escola Politécnica (...) Essa é a primeira geração. Nós somos a segunda geração no IPEN. Nós tivemos o choque de vivenciar uma estrutura gerencial que não era mais compatível com as coisas do próprio Brasil. Eu, com certeza, me sentia desconfortável no IPEN, naquela época, por vivenciar questões de natureza administrativa que não eram compatíveis com a minha visão. Mas, quando nós voltamos (**Alemanha**) isso já tinha mudado. O IPEN foi evoluindo, foram produzidas outras ferramentas de gestão”. Entrevista gravada com o Dr. José Octávio Armani Paschoal em 01/04/2003.

¹⁷⁵ No nosso caso tomamos contato com um grupo liderado pelo Doutor Shozo Motoyama, que já vinha discutindo regularmente e institucionalmente, no atual "Centro Interunidade de História da Ciência da USP", as questões filosóficas postas com o advento da física moderna e a história da mecânica quântica. Passamos, desde então, a freqüentar as reuniões semanais do grupo, sendo assim, foi possível travar contato com pesquisadores no campo, cujos seminários e debates enriqueceram nosso conhecimento e cultura (o grupo se desfez, mas continuamos com a liderança do Doutor Motoyama em outro grupo intitulado por nós de “história social da ciência”. À medida que participávamos do grupo, como ouvintes ou realizando o seminário, íamos respondendo velhas perguntas. Entendíamos porque, ainda na época em que cursávamos os primeiros anos da faculdade, muitas vezes, nos soava estranho o descompasso entre as nossas experiências de laboratório e a teoria ensinada de forma tão bem comportada e linear. Chegamos mesmo a duvidar dos nossos resultados experimentais em laboratório, que nem sempre “davam certo”, e, éramos obrigados a repetir a experiência, pois, ao contrário, seríamos reprovados nas aulas de laboratório.

¹⁷⁶ Somos agradecidos a todos os participantes, mas, em especial, citamos aqueles que tivemos maior oportunidade de presenciar as palestras e/ou discutir nossas idéias: Dra. Maria Amélia M. Dantes, Dr. Milton Vargas, Dr. Jerônimo Alves, Dr. Júlio Katinsky, Doutor Gildo Magalhães dos Santos Filho, Dr. Paulo Marques, Doutor Olival Freire Júnior, além do próprio Doutor Shozo Motoyama, que sempre nos escuta, colocando, ao final, suas provocativas e enriquecedoras perguntas e comentários. Citamos, aqui, somente aqueles que já tinham à época, o título de doutor. No entanto, seria injusto esquecer a contribuição dos colegas que, justamente conosco participavam e que estavam fazendo suas dissertações de mestrado e doutoramento. Muitos deles, inclusive por terem como formação básica a história, nos ajudaram na lida para explorar um outro caminho do conhecimento. Agradeço a todos, e em especial ao atualmente doutor, Francisco Assis de Queiroz, com as discussões semanais após cada seminário, sugestões de leitura, revisão dos meus textos. Ainda queremos agradecer ao amigo Roberto Vicente (do IPEN) com quem sempre travamos profícuas discussões. Agradecemos aos colegas que nos forneceram algumas informações relativas aos seus setores de trabalho. Começamos com o pessoal da biblioteca e em especial ao Sr. Waldir Ferreira assistente em ciência e tecnologia e Claudinei Pracidelli assistente administrativo. Agradecemos também à Divisão de Registros e em especial ao seu chefe Paulo Roberto de Souza. Quanto aos dados obtidos junto à Divisão de Ensino agradecemos ao Sr. Fernando Firmino Moreira, que nos forneceu os dados relativos à pós-graduação do IPEN. Finalmente agradecemos ao Sr. Ronaldo Veronesi, chefe da Divisão Comercial do IPEN, e a todos os entrevistados relacionados no final da tese pelos seus valiosos depoimentos.

etc. As experiências com seus erros e acertos facilitam o processo inquiridor e a fuga do círculo da certeza a que muitas vezes nos limitamos, seja por falta de tempo, comodismo etc. Num artigo simpático e estimulante Danielle Chauvin¹⁷⁷ comenta que a visão do mundo é pluridimensional e embeleza sua opinião citando Blake:

*Agora vejo uma visão quádrupla
Uma visão quádrupla me é dada.
Ela é quádrupla para o meu
maior deleite.
E tripla na doce noite (...)
Dupla, sempre. Possa Deus
preservar-nos.
Da visão única e do sono de
Newton!*

À guisa de reforçar o nosso raciocínio, que intenta explicar os motivos racionais e emocionais que nos conduzem por uma das trilhas oferecidas em nossa vida profissional, tomamos emprestado as idéias de Michel Serres¹⁷⁸, quando afirma que:

"É preciso, nesse mundo com uma dominante científica e técnica, uma história das ciências e das técnicas, pois nem as flutuações políticas ou militares e nem mesmo a economia, sozinhas, são suficientes para explicar como as nossas maneiras de viver acabaram por se instalar".

Acreditamos que a fala de Serres é muito importante para a segunda metade do século XX e o início deste século XXI. Entre outras questões queremos apontar que hoje, ao contrário do século XVIII, os momentos de refluxo e de impulso do capitalismo estão intimamente ligados com a ciência e tecnologia. Pelo menos se pensarmos a partir da aplicação maciça do conhecimento científico para a resolução de questões técnicas e vice-versa, com um desenvolvimento tecnológico muito grande a serviço do capital. A forma de produção, tanto qualitativa quanto quantitativa, mudou consideravelmente a partir do final do século XIX, como bem nos apontam uma série de autores que tratam do tema assim como Motoyama (2002)¹⁷⁹.

¹⁷⁷ Chauvin, Danielle. O sábio, a máquina e o poeta romântico (W. Blake e V. Hugo). In A ciência e o imaginário. Brasília: editora UNB, 1994, p. 114. Título original: Science et imaginaire, Centre de Recherche sur l'Edition, 1985, p.114-115. A visão do mundo é pluridimensional no sentido em que permite um "o acesso a um conhecimento pleno".

¹⁷⁸ Serres, Michel. Elementos para uma história das ciências I. Da babilônia à idade média (prefácio). Organizado por Michel Serres. Lisboa, Portugal: Terramar, editores, distribuidores e livreiros Ltda. Título original: Éléments pour une histoire des sciences. Bordas, Paris.1994.

¹⁷⁹ "No século XVI a tendência dos países mais avançados era de investir em C&T numa visão capitalista que não é o que ocorre com Portugal – vai voltar num certo sentido num tipo de economia muito parecida com a feudal embora não seja. Portugal perdeu o bonde da história e levou junto o Brasil. Fundamentalmente enquanto o mundo caminhava mais para o capitalismo existente da qual a C&T é uma parte Portugal caminhava no sentido contrário – tornou-se um país atrasado. No caso do Brasil do século XX a situação é um pouco diferente. Existe um ponto que se parece com o caso português,

Terminamos este capítulo pontuando que a proximidade entre arte, ciência e tecnologia é uma confluência sempre presente na história, pois elas complementam-se enquanto atividade intelectual e criativa. Desde cedo o ser humano (geralmente) acaba por ter a atenção voltada para a poesia, muitas vezes por questão de gosto pessoal (uns mais do que outros) ou mesmo por oportunidades. Também aprendemos a admirar a capacidade de muitos trabalharem em conjunto, a arte, a ciência, a história e os mitos, etc¹⁸⁰. As questões exploradas de maneira concisa neste capítulo abrem o diálogo com a metodologia adotada para realizarmos o trabalho que estamos desenvolvendo.

Faltou-nos reforçar a questão anteriormente comentada: gênios inseridos num contexto histórico e social. O Brasil, do século XVII, a despeito de seu valor, não poderia ter produzido um Newton como a Inglaterra¹⁸¹, desta mesma época. Segundo o raciocínio desenvolvido neste capítulo e nos precedentes, reportando para os dias atuais, analisaremos a história do IEA/IPEN.

ou seja, ele está entrando também numa linha dependente muito embora haja um esforço para tentar sair. O Brasil em tese está tentando assimilar as características da globalização que ocorre no mundo todo (...). fundamentalmente, ao que tudo indica era essa a intenção dos dois governos que seguiram ao governo “Sarney” numa tentativa de assimilar as características da globalização para tornar o país mais competitivo. Acho que eles também erraram e podemos estar novamente perdendo o bonde da história porque estamos nos integrando à globalização de uma forma errada. (...). Existem duas coisas importantes dentro da globalização que faz com que uma nação possa se desenvolver (...) é ter uma independência cultural que os países líderes tentam manter (...) apesar deles estarem incorporando rapidamente as tecnologias de ponta, tecnologias de informação (...) eles mantêm (num certo sentido) intactas as suas características nacionais que não é o que está ocorrendo no Brasil. A segunda coisa (...) produzem os componentes de qualquer aparelho, por exemplo, nos lugares mais baratos onde é mais fácil fazer para depois reunir todo o conjunto para montar o aparelho; os pontos fundamentais desse processo que é a tecnologia eles tentam manter a independência”. Motoyama Shozo (2002). Comunicação particular, gravada.

¹⁸⁰ Entre os personagens que nos estimularam podemos citar Leonardo da Vinci (1452-1519) - artista e inventor. A obra daquele homem do renascimento está marcada pela arte e ciência da época. Leonardo da Vinci entre outras contribuições que nos legou, discursou sobre ótica, perspectiva, explorou o corpo humano, aprendizado “científico”, que usou para estabelecer relações entre ciência e arte. Para maiores detalhes podemos recorrer a vários autores e citamos Gombrich, E. H (1981). Em “A história da arte”. Goethe, Johann Wolfgang (1749-1832) é outro que admiramos. Meira (S/d) em sua tradução da monumental obra “Fausto” pontua: “*Poucas obras, de cunho universal, são mais humanas que o Fausto de Goethe, onde se encontra um pouco de tudo (...). Foi um produto (...) colhidas no contato permanente com os homens e a natureza. (...) durante muitos anos dedicou-se ao estudo da biologia, da botânica e da física.*”. ¹⁸⁰ Meira, Sílvia (s/d). Fausto. Tradução cedida para o círculo do Livro, p. 7. Segundo a metodologia adotada discutimos que uma sociedade reflete o seu substrato mental e técnico. Coletivamente somos fruto do nosso tempo, mas todos têm sua individualidade e as marcas que caracterizam suas imaginações criativas, racionais e não tão racionais. Partimos do princípio que não precisaremos discutir essas afirmações por serem por demais conhecidas.

¹⁸¹ “Réaumur (1683-1757), por exemplo, homem de muita inteligência e grande diversidade de interesses, efetuou, de 1710 a 1720, uma longa série de investigações industriais sobre a fabricação do aço. Contudo como não encontrou eco numa indústria eivada de tradicionalismos, os resultados das suas descobertas não criaram em França uma indústria do aço e as suas vantagens só viriam a ser colhidas pelos fabricantes ingleses mais de cem anos depois”. Bernal, J. D. (1969). Ciência na história. Terceiro volume. Lisboa. Livros Horizontes, p. 518.

II - A cultura do IPEN

E nós nos indagamos,
tão grande tu és Brasil,
tão forte.
Entrementes, tão estranho,
tão sozinho.
Aonde nos conduzirá¹⁸²?

Fizemos um recuo no tempo, uma fotografia das influências no campo das teorias dirigidas para os múltiplos aspectos do saber humano. Estamos sempre querendo analisar e compreender os passos do IEA/IPEN; e, no momento, especialmente quais são as origens culturais dos pesquisadores da Instituição, quais as influências marcantes e quais as consequências originadas do amálgama de valores sociais e corporativos, conhecimentos teóricos, técnicos, etc¹⁸³. O capítulo anterior nos conduziu à discussão sobre nossa cultura de muita retórica¹⁸⁴ referenciada por diferentes autores, que talvez tenha também contribuído para o nosso atraso tecnológico.

¹⁸² A dualidade que nos deparamos no nosso dia a dia, rico e pobre, saudável e doente, forte e fraco, escolarizado e analfabeto, bem alimentado e faminto, é uma das questões que sempre nos paralisa, nos intriga. Que paradoxo? Essas contradições têm uma raiz profunda na história da humanidade, na história do Brasil. O interessante é que muitos tomam esses opostos como uma componente anti-humanística da ciência. Se pensarmos que devemos nos preocupar com o amanhã para nossas crianças isso é sempre atual, mesmo que as contradições presentes sejam resolvidas. Marchamos dialeticamente como já concordamos anteriormente no texto principal. No entanto, como a cabeça de uma criança poderia entender? Porque, nossos pais, de uma forma um tanto ufanista é bem verdade, falavam e falam, em versos e prosa, da grandeza do nosso país onde o amarelo representa o ouro, o verde as matas, da riqueza do solo, do petróleo, do urânio, das jazidas de minerais, das terras férteis. Como entender tanta pobreza que se reflete nos olhos brilhantes desse povo do carnaval, do futebol, das crianças que outrora podiam correr pelas ruas enquanto outras iam para as escolas. Ao contrário daqueles que estabelecem uma força diabólica nas ciências e tecnologias defendemos que elas poderão e podem nos tornar mais humano.

¹⁸³ “Fernando de Azevedo, no clássico A cultura brasileira, de 1943, seguindo a distinção de Humboldt entre cultura e civilização vê na primeira uma espécie de vontade schopenhauriana da sociedade em preservar a sua existência e assegurar o seu progresso, atendendo não apenas à satisfação das exigências de sua vida material, mas, sobretudo e principalmente de suas necessidades espirituais”. Vogt, Carlos (2003). A espiral da cultura científica.

<http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml>

¹⁸⁴ “Analisar a trajetória da ciência, nas terras brasileiras, ao longo desse século, é uma tarefa fascinante, mas nada fácil. (...). Mas, porque elas tiveram tantas dificuldades em se desenvolver aqui? As razões devem ser procuradas na nossa história. Por quase quatro séculos o Brasil foi marcado por uma economia primário-exportadora, baseada no trabalho escravo, que engendrou uma visão prático-imediatista e uma cultura retórico-literária, pouco afeitas às coisas da ciência. É contra essa herança nada invejável que C&T tiveram de lutar, sem falar de outros fatores conjunturais (...). Da década de 60 para cá a situação mudou bastante. Apesar de altos e baixos, de alternância entre governos democráticos e autoritários, a situação de C&T melhorou como um todo. A sua infra-estrutura vem sendo aperfeiçoada com a instituição de órgãos e programas, como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP-1967), o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT-1969), o Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT-1975) e o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT-1985), permitindo a realização de pesquisas consistentes e com fôlego. O número de pesquisadores aumentou bastante, possibilitando a expansão quantitativa e qualitativa da atividade no país Mas o império do imediatismo e de interesses políticos escusos parece não ter acabado. Em nome da globalização, alguns setores da sociedade vêm atacando a investigação científica como luxo desnecessário para um país como o nosso. Ironicamente as nações líderes do mundo vêm financiando cada vez mais a ciência e a tecnologia para manter a sua posição. Será esse o preço da dependência?” Motoyama, Shozo. Site do Estado de São Paulo em 14/09/2003.

www.estado.estadao.com.br/edicao/especial/retro1900/cien.html

Contudo, essa característica discursiva nem sempre permeou a vida da Instituição que estamos estudando. Testemunho disso são os trabalhos publicados como resultado de algumas linhas de pesquisa desenvolvidas, entre outras, nos primeiros anos do IEA¹⁸⁵.

Destacamos algumas das contribuições no campo da engenharia química e metalurgia com o desenvolvimento de métodos de purificação de elementos químicos, obtenção de compostos os mais diversos, caracterização de minérios¹⁸⁶, de análise de substâncias marcadas (início da aplicação de radiofármacos).

O início da base tecnológica que deu origem, no Brasil, a um novo ramo da metalurgia, a chamada metalurgia nuclear, com a participação de vários pesquisadores da Instituição, que eram membros da Associação Brasileira de Metais, também ocorreu na década de sessenta. Entre os muitos exemplos destacamos o trecho abaixo:

*“Com êsses objetivos, a Divisão de Metalurgia Nuclear vem se orientando de forma a abordar exclusivamente questões tecnológicas de interêsse mais direto para o programa de ação da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Em consequência dessa orientação, a Divisão está menos interessada em problemas de metalurgia fundamental, não só porque os problemas que lhe são cometidos são tecnológicos, como também porque outros grupos técnicos especializados já foram constituídos em outras instituições, como principalmente no Instituto de Pesquisas Radioativas de Belo Horizonte (**atual Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, um dos Institutos da CNEN**) para estudar problemas de física dos metais nucleares. Além dessas razões, essa é a mesma orientação que foi e vem sendo seguida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas em tôdas as suas atividades, inclusive e principalmente nas de metalurgia, e que tão grandes consequências práticas tiveram no desenvolvimento e no progresso da metalurgia brasileira¹⁸⁷”*

Ressaltamos o que nos parece muito importante do ponto de vista de uma continuidade de objetivos da Instituição com um plano muito bem delineado, pois nessa época não se falava em plano diretor.

¹⁸⁵ Ver anexo III

¹⁸⁶ “Alguns minerais da região de Araxá, Minas Gerais, apresentam interesse para a sua exploração em virtude da presença de um conjunto de elementos de valor econômico. Assim é que esses minerais contêm fósforo em porcentagem que possibilita a sua exploração industrial para fertilizantes; contêm nióbio e tântalo, que poderão ser aproveitados, especialmente o nióbio para fabricação de aços especiais e ligas de alta resistência ao calor; urânio e tório que, embora em baixas porcentagens, poderão ser concentrados, dada a avançada tecnologia moderna (...) possibilitando processar economicamente minério de baixo teor”. Abrão, Alcídio; Atalla, Laura T (1962). Determinação de Urânio, Tório, Nióbio e Tântalo em alguns minérios uraníferos de Araxá. Pub. IEA-53. Página 1.

¹⁸⁷ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Bidwell, Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1963). Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA - 62. Voltaremos outras vezes a comentar esse trecho.

Quando a Divisão de Metalurgia Nuclear foi criada estabeleceram-se alguns objetivos. Dentre eles contemplava-se a formação de pessoal técnico tanto de nível superior como colaboradores, especializados na área¹⁸⁸. O IEA não era neste período um dos Institutos da CNEN, mas um convênio entre estas duas instituições que havia sido firmado em 1961.

“Em dezembro de 1961 foi celebrado convênio entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear e o Instituto de Energia Atômica para o estabelecimento e realização de programas bastante amplos em novas instalações, as da Divisão de Engenharia Química e da Divisão de Metalurgia Nuclear; ao mesmo tempo outro convênio entre o Instituto de Energia Atômica e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, para aproveitar devidamente o pessoal, aparelhamento e principalmente a experiência acumulada em outros ramos da metalurgia¹⁸⁹”.

Aqui há dois pontos que devemos explicitar. Primeiro, muitos dos trabalhos iniciados nesta época, tiveram continuidade e finalizaram em inovações e mesmo produtos para a sociedade, como bem atestam os radioisótopos fornecidos para a área médica; em outros tantos não foi possível detectá-las¹⁹⁰.

Segundo, o IEA foi criado dentro do programa, “Átomos para a Paz¹⁹¹”, que objetivava a cooperação para usos civis da energia atômica. Esse programa não visava à construção de reatores e, menos ainda, à confecção de elementos combustíveis e trabalhos de reprocessamento do combustível queimado¹⁹². No entanto, continuando a destacar os objetivos da Divisão de Metalurgia Nuclear ressaltamos dois itens:

¹⁸⁸ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Bidwell, Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1963). Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA - 62. Esta publicação foi realizada para uma apresentação ao XVIII Congresso Anual da ABM. Ver anexo III.

¹⁸⁹ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Bidwell, Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1963). Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA - 62. Nesta data era presidente da CNEN o Dr. Marcello Damy de Souza Santos e Diretor do IEA o Dr. Luiz Cintra do Prado.

¹⁹⁰ À medida que prosseguirmos no nosso trabalho mostraremos o que acabamos de afirmar, principalmente quando entrarmos nos sub-itens do capítulo intitulado “Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição – enfoque histórico-estrutural.

¹⁹¹ “No mês de agosto de 1955, ocorre o primeiro grande divisor de águas na história da tecnologia nuclear brasileira. O esforço de desenvolvimento autóctone, realizado mediante a adoção de uma política nacionalista, na linha autonomista, capitaneada fundamentalmente por Álvaro Alberto, cede lugar a outra, de caráter notoriamente entreguista. Naquela ocasião, o Brasil atrelou sua política nuclear ao programa “Átomos para a Paz”. Na verdade, este programa representava a ofensiva diplomática norte-americana para manter a liderança daquele país, na área, incluindo o controle das matérias-primas usadas no manejo da energia atômica”. Marques, Paulo (1992). Sofismas nucleares. O jogo das trapaças na política nuclear do país, página 49.

¹⁹² “No decorrer da década de 1950, os Estados Unidos exerciam total supremacia no campo tecnológico - industrial, particularmente no setor da energia nuclear. Diante desse quadro, alguns países em desenvolvimento, entre eles o Brasil, resolveram enfrentar o desafio de desenvolver uma política científica e tecnológica autônoma no campo nuclear. Essa foi a principal motivação, em 1951, do Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq. Durante seus primeiros anos de existência o novo órgão pautaria a sua política no princípio da autonomia, apesar da forte oposição de uma ala pró-americana

“Construir elementos combustíveis para reatores de pesquisa bem como protótipos de elementos combustíveis para outros tipos de reatores sob a orientação da Comissão Nacional de Energia Nuclear¹⁹³”.

“Constituir, em um futuro próximo, um núcleo para estudos tecnológicos de reprocessamento pirometalúrgico de combustíveis irradiados para a separação e recuperação dos metais contidos¹⁹⁴”.

Queremos entender o que está acontecendo do ponto de vista histórico, social e cultural.

Aqui, apontamos o antagonismo entre parte da comunidade científica nacional e a ideologia do Programa Átomos para a Paz. Dificilmente poderíamos dizer que essa contradição surgiu na sociedade brasileira no momento da criação do IEA. Ela já vinha se manifestando nas diferentes posições quanto à política para a área nuclear, desde a década de cinquenta¹⁹⁵. Mais adiante aprofundaremos a discussão.

Fixemos que, no contexto do capítulo, estamos destacando o caráter cultural da Instituição. O que nos interessa aqui é ressaltar a fascinação que a área nuclear exercia nos pesquisadores da casa e, com que ânimo eles se envolviam com seus trabalhos¹⁹⁶. Estamos comentando sobre os pioneiros que construíram, literalmente, os alicerces da Instituição.

Houve períodos de desânimo e que nem sempre foram bem compreendidos. Nos compete analisar o porquê de algumas opções. No período em que o IEA esteve sob a

existente nos meios científicos e governamentais. Em 1956, a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, desmembrada do CNPq, assume o comando da política nuclear brasileira em estreita colaboração com a política norte-americana. Desde dezembro de 1953, os Estados Unidos haviam proposto um programa denominado Átomos para a Paz, cuja filosofia consistia na utilização da energia nuclear para fins pacíficos. Na prática, esse programa significava para os países não detentores de conhecimento científico e de tecnologia nessa área, continuar na condição de importadores de tecnologia americana e exportadores de matérias primas. Foi no âmbito desse programa que o Brasil e os Estados Unidos assinaram em 1955, o Acordo de Cooperação para o Desenvolvimento da Energia Atômica com finalidades pacíficas no qual ficou estabelecido que o Brasil compraria dos americanos, reatores de pesquisas baseados na utilização de tecnologia do urânio enriquecido para os seus laboratórios, do Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Esse acordo, contudo gerou uma grande polêmica nos meios científicos brasileiros, acirrando o conflito que vinha se desenvolvendo nos últimos anos e que perdurou até o final da década de 1960. De um lado, havia os que defendiam a importação da tecnologia americana; do outro, os que desejavam o desenvolvimento de uma tecnologia própria, utilizando urânio natural ou tório como único caminho para se desenvolver uma política científica verdadeiramente nacional”. FGV – CPDOC.

Site: http://www.cpdoc.fgv.br/nav_fatos_imagens/htm/fatos/acordonuclear.asp.

¹⁹³ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Bidwell, Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1963). Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA 62.

¹⁹⁴ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Bidwell, Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1963). Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA 62.

¹⁹⁵ Motoyama, Shozo; Garcia, João Carlos – orgs (1996). O Almirante e o novo prometeu. Capítulo, Álvaro Alberto e a energia nuclear. Página 80.

¹⁹⁶ “A discussão de concepções avançadas de reatores de potência parece conveniente nesta ocasião, principalmente pelas conseqüências que resultarão quando a economia nuclear tiver se desenvolvido conforme se espera aqui no Brasil e em outras partes do mundo. Concepções avançadas de alguns reatores que vêm sendo estudadas poderão se tornar realidade talvez dentro de dez anos, o que interessará muito a países que como o Brasil contam com grandes recursos de tório”. Publicação IEA 65 (1963), página 557.

tutela do Estado de São Paulo, no governo do Engenheiro Paulo Salim Maluf (15/03/1979-15/15/1982), a Instituição ficou um longo período sem aumento de salários. É lógico que isso influenciou o ânimo dos pesquisadores. Nunca tinham feito uma greve, mas os funcionários acabaram por optar por esse recurso pensando em chamar a atenção das autoridades.

Alguns que imputam um caráter negativo a essa necessidade de lutar pela sobrevivência, como deixou registrado o professor Doutor José Moura Gonçalves, um dos grandes bioquímicos que o país teve e que veio trabalhar no IEA no início da década de setenta.

“Aposentei-me em 1971 e, para aumentar minha renda, aceitei a proposta para trabalhar com radiobiologia no Instituto de Energia Atômica, hoje Ipen. O Rômulo Ribeiro Pieroni, que dirigia o instituto naquele período, estava interessado em criar um curso de pós-graduação e me chamou para chefiar a seção de bioquímica. (...) o ambiente, no entanto, não era bom. As pessoas estavam muito preocupadas com o salário e era uma dificuldade fazê-las trabalhar. Mesmo com todas as dificuldades, fiz coisas de que gostei no Ipen. Uma delas foi estudar a modificação dos efeitos da radiação gama em camundongos por ação da BCG, com a colaboração da Argentina Nelida del Mastro. Verificamos um efeito protetor do BCG que me encantou. Cerca de 70% dos camundongos não morriam se tivessem recebido uma determinada dose de BCG no abdome. Esse tipo de proteção, no entanto, é muito relativo, pois só funciona se o animal receber a dose de BCG antes de ser irradiado. Quatro teses de doutoramento foram defendidas no Instituto de Química da USP¹⁹⁷”.

Em outro depoimento, o professor Doutor José Roberto Rogero que trabalhou no IPEN sob a orientação do professor Moura nos relatou algumas dificuldades desta época:

“Em setembro de 1971, conheci o professor, Moura Gonçalves. Fui entrevistado por ele, conversamos, houve uma empatia muito grande. Acabei começando o meu trabalho com esse professor. Nesta época o laboratório não tinha nada, (...) só tinham salas vazias. O professor, Moura, com o apoio da Instituição, apoio do Pieroni, começou a montar o laboratório de radiobiologia e como ele era especializado em venenos¹⁹⁸, (...) então trouxe essa linha de pesquisa para o IPEN (IEA) Comecei a trabalhar com venenos de serpentes brasileiras usando radiação¹⁹⁹”

¹⁹⁷ Gonçalves, José Moura. Entrevista (1998) em: Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita da (1998) – coordenadoras. Cientistas do Brasil. Depoimentos, página 394.

¹⁹⁸ Gonçalves, Moura José (1961). Estudos sobre crotamina. Provimento de Cátedra . Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

¹⁹⁹ Entrevista gravada com o Doutor José Roberto Rogero em 28/03/2003.

Certamente o mestre sempre acaba influenciando a linha de pesquisa dos seus alunos não somente no Brasil e no IPEN, mas no mundo todo.

„Em 1972 começamos – estava “rolando”, neste ano, a possibilidade de fazer pós-graduação dentro do IPEN. Na verdade a pós-graduação dentro do IPEN começou em 1976, mas, em 1972 já se discutia isso. O professor Moura era muito conceituado na USP, (...) tinha publicado artigos importantes na sua área. Ele ajudou muito porque quebrou várias barreiras dentro da USP, porque a universidade não queria uma unidade de pós-graduação aqui. A Universidade era muito mais fechada do que é hoje. A USP não estava interessada em trabalhar com o IPEN (IEA). Então nesse trabalho de contato, a ajuda do professor Moura junto com o professor Rui Ribeiro Franco e o professor Fausto W. de Lima foi muito grande no sentido de “quebrar” essas resistências internas da USP. Como não tinha ainda a pós-graduação do IPEN (IEA) fui fazer o meu doutorado (...) lá no Instituto de Química orientado pelo professor, Moura Gonçalves. Comecei em 1972 e acabei em 1978 no Instituto de química²⁰⁰. (...) Logo em seguida, em 1979 fui para os EUA, fiz o pós-doc na Universidade da Pensilvânia (...), na área de estruturas de proteínas estudando o trício (...). fiquei lá dois anos²⁰¹”.

Para um pesquisador o atrativo de poder fazer parte dos seus estudos em outros países e laboratórios é muito importante e saudável, sobretudo em países em desenvolvimento. Veremos o quanto isso enriqueceu a Instituição que deu essa oportunidade para quase todos os seus doutorandos.

“Querida ficar três anos, mas houve uma mudança na estrutura (da Instituição). O novo dirigente da área (CARBR), Centro de Aplicações de Radioisótopos na Biologia e Radiobiologia (...). Na minha volta percebi que tinha havido uma mudança grande na Instituição. Acho que Pieroni já tinha saído nesta época. (...) Quando entrei no IPEN (IEA) tinha a área de medicina nuclear aonde os pacientes vinham ser tratados. Era como se fosse um hospital. Quando o Julio Kieffer voltou para cá, ele era da área de medicina nuclear e brigou, os médicos estão sempre brigando entre eles. Quando voltou e se tornou chefe dessa área houve uma desativação da área de medicina nuclear. Todas as pessoas que trabalhavam, os médicos, os pacientes deixaram de vir ao IPEN (IEA). Os equipamentos e as gama-câmaras foram colocados como sucata. Lembro-me perfeitamente que a nós passávamos por várias gama-câmaras e equipamentos, que custavam caríssimos, colocados ao ar livre, tomando chuva, porque tinha sido desativado o setor de medicina nuclear. Sei que foi uma coisa terrível que aconteceu neste período²⁰². (...) O professor, Moura Gonçalves, era o

²⁰⁰ Rogero, José Roberto (1978). Toxinas do veneno de *crotalus durissus terrificus*. Interação proteína-proteína e cinética de troca. Tese de doutoramento.

²⁰¹ Entrevista gravada com o Doutor José Roberto Rogero em 28/03/2003.

²⁰² “Acho que receber pacientes dentro do IPEN para fazer tratamento, irradiar os pacientes ou fazer exames, gamagrafia etc parecia, na época, uma coisa estranha. Não era missão da Instituição. Seria ideal que eles ficassem dentro de um centro próximo a um hospital onde o paciente caso tivesse problema e passasse mal (...) Aqui dentro do IPEN (...) tinha que pegar o paciente por em uma ambulância e sair correndo. (...) Tinha mesmo que ser parado. Só que a forma como isso foi feito é que foi extremamente infeliz. Toda a área foi desativada. Me lembro daquelas máquinas (...) carregando os equipamentos (...) e colocando-os ao ar livre (...). Me lembro que quando assumi o Departamento de Aplicações em Radioisótopos em Medicina, uma das primeiras coisas que fiz foi conseguir doar (...). Achava aquilo um absurdo, o dinheiro que o país

chefe da radiobiologia e me chamou para saber o que eu tinha feito. Falei que tinha trabalhado com a estrutura da hemoglobina, com uma técnica extremamente interessante (...). Nesse momento ele me disse que aquele tipo de trabalho não interessava para a Instituição, que eu aguardasse (...) Evidentemente isso foi um choque para mim (...), tinha feito dois anos de pós-doc e estava pronto para chegar e montar a minha linha de pesquisa. O tempo foi passando e ele não definiu nada e perdi um pouco de tempo (...) Mais ou menos um ano depois ocorreu nova mudança na estrutura. O professor Moura continuava, mas o Kieffer acabou saindo e aí nós tivemos que montar a nossa linha de pesquisa e continuar trabalhando com veneno (...). Começamos a irradiar venenos, esse trabalho gerou uma série de publicações e continua até hoje com muito sucesso. (...). Em 1984 acho que o professor Moura Gonçalves se aposentou (estava com aproximadamente 70 anos) e acabei assumindo a chefia da Divisão de Radiobiologia)²⁰³.

O Doutor Moura tinha uma visão muito rígida com relação à Instituição, mas mesmo assim, aceitou trabalhar nela ainda no auge de sua carreira. No entanto, no final não houve como compatibilizar as diferenças.

“O ambiente de trabalho piorou muito com a mudança de direção no instituto. O novo diretor não compreendia o que era radiobiologia, confundindo a disciplina com medicina nuclear. Por mais que eu dissesse que proteção radiológica é subproduto da radiobiologia, ele só me falava que a seção de radiobiologia estava “inchada” e que o pessoal devia ser reduzido, criando pânico de desemprego. Ele, como muitos outros, insistia na importância do dosímetro. Quando tiraram dois profissionais do meu laboratório para purificar urânio, achei um exagero. Além disso, era um tal de não ter verba insuportável!”²⁰⁴

Apesar de atestar um aspecto de falta de entusiasmo, por causa de questões econômicas, o professor Moura relata, paralelamente, as vitórias obtidas, com muito entusiasmo. Lembremos que, embora fosse conhecido e um destacado pesquisador no Brasil, não era um dos pioneiros da Instituição, passando a maior parte da sua vida profissional na Universidade. Talvez, tenha encontrado dificuldades para assimilar o ambiente reinante no Instituto. Por outro lado, o Doutor Moura, também, esteve na Instituição em um período difícil.

Substituindo o professor Pieroni, tivemos dois superintendentes vindos de outro ambiente, sobretudo o segundo, Doutor Durvaldo Gonçalves (24/11/1982 – 04/06/1985)

investiu tinha ficado ao ar livre, sendo que poderia ter sido doado para um hospital, para o próprio Centro de Medicina Nuclear, Hospital das Clínicas”. Entrevista gravada com o doutor José Roberto Rogero em 28/03/2003.

²⁰³ Entrevista gravada com o Doutor José Roberto Rogero em 28/03/2003.

²⁰⁴ Gonçalves, José Moura. Entrevista (1998) em: Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita da (1998) – coordenadoras. Cientistas do Brasil. Depoimentos, página 394.

que não conseguiu um diálogo mais próximo com os pesquisadores. O doutor Durvaldo não logrou, em pouco tempo, apreender o que a Instituição tinha de mais precioso que era a sua estrutura de ensino - optou por acabar com os cursos de pós-graduação, o que não foi possível graças à atuação dos pesquisadores da casa²⁰⁵.

Por outro lado, a “fascinação” pela pesquisa é evidente nesses pesquisadores. O Doutor Roberto Rogero que, como vimos em outro capítulo, tinha vindo da indústria e com a sua excelente formação não pensou em retornar para aquela, continuando, mesmo num momento de pouco apoio, na Instituição. Hoje, sabemos de todo o dinamismo do Doutor Rogero, pois foi na chefia dele que, finalmente, foi criada a Diretoria de Ensino que é um dos pontos fortes do IPEN²⁰⁶.

O entusiasmo reinante era contagiante. Richard M. Bidwell, que trabalhava no IEA (licenciado dos “Los Alamos Scientific Laboratory”, Los Alamos, EUA), aparece como autor em muitos dos trabalhos, sendo um dos pesquisadores do IEA (Divisão de Metalurgia Nuclear) e Conselheiro da Agência Internacional de Energia Atômica junto a CNEN. Muitos dos trabalhos deste período, anos sessenta, foram parcialmente realizados sob os auspícios da “Atomic Energy Commission” dos Estados Unidos.

Na publicação IEA-62, página 584, fala-se em um plano mais extenso de ampliação do quadro técnico e de nível superior que reflete um entusiasmo muito grande. Ainda em 1960, percebe-se que, embora a Divisão de Metalurgia Nuclear tenha sido criada em 1963, pelo menos a direção da Instituição pressupunha e projetava o que veio a ser desenvolvido posteriormente, pois houve pesquisadores que foram para o exterior estudar no campo²⁰⁷.

²⁰⁵ “A nossa pós-graduação sempre foi muito bem conceituada pela CAPES. Sempre teve as melhores notas a ponto de hoje ter o conceito 6 que é considerado de nível internacional. Então, acho que não sou só eu o entusiasta da área de ensino aqui. Muita gente entende. Alguns diretores entendem isso como muito importante e vestiram a camisa. Nós já tivemos ameaças, tivemos grandes ameaças. Na época do Durvaldo Gonçalves, superintendente, mandou fechar a pós-graduação. O próprio Rex Nazareth mandou fechar a pós-graduação. Rex chamou o Laércio (**Doutor Laércio Antonio Vinhas**) – presidente da CPG – e falou: “fecha a pós –graduação”. Eu me lembro, eu era membro da CPG e nós nos reunimos e falamos: “Olha o Rex mandou fechar. O que fazemos? Não vamos fechar”. Então nós não fechamos. Diminuiu bastante. Quando você olha o mapa de produção de teses pode constatar que naquela época houve um decréscimo muito grande mas, ela não fechou. Nós fazíamos reuniões fechadas, secretas, escondidas da Comissão de Pós- Graduação. Então continuamos, mantivemos e acho que hoje todo mundo reconhece que a nossa pós-graduação é extremamente importante”. Entrevista gravada com o Doutor José Roberto Rogero em 28/03/2003.

²⁰⁶ Ver dados, no anexo III.

²⁰⁷ Alguns trabalhos que foram realizados anteriormente também atestam isso. Citaremos dois deles: Lima, Fausto Walter de: O processo desenvolvido no IEA para a produção de diuranato de amônio de pureza nuclear. Souza Santos, T. D.; Barcellos Leite, P.; Simões Lopes, I. produção de pastilhas de UO₂ de alta densidade a partir de diuranato de amônio. Trabalhos apresentados na Conferência no III Simpósio Inter-Americano sobre as Aplicações Pacíficas da Energia Nuclear; Petrópolis, julho de 1960.

Os trabalhos das publicações IEA de número 62 a 65 – todos separatas do Boletim da Associação Brasileira de Metais, número 77, volume 19 – de diferentes autores que, licenciados ou não de suas instituições originais, trabalhando no IEA, na Divisão de Metalurgia Nuclear do IEA, nos mostram um caminho esperado e surpreendente. Estes trabalhos foram apresentados no XVIII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, Rio de Janeiro (GB), em julho de 1962.

O conteúdo dos trabalhos é surpreendentemente alto para a época e nos mostra o desenvolvimento tecnológico da Instituição na construção de fornos sofisticados²⁰⁸, e de ligas metálicas para se produzir o elemento combustível, embora não apresentem nenhum desenvolvimento ou projeto de enriquecimento de urânio. Ao que tudo indica não era a preocupação do momento e, possivelmente, se esta equipe tivesse continuado a atuar a opção seria por reatores com urânio natural e/ou tório²⁰⁹. Ainda mais tarde:

“O programa de pesquisas tecnológicas da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica inclui estudos experimentais relativos à produção de peças cerâmicas especiais, e, nesse programa, tiveram destaque os estudos referentes à produção de peças anulares de óxido de berílio e às pastilhas de óxido de tório com óxido de urânio, as quais servirão para estudos posteriores relacionados com reatores do ciclo do tório. A importância futura de utilização de tório como material fértil em reatores já tem sido ressaltada em diversos trabalhos nacionais recentes²¹⁰”.

Nesse trabalho existe uma posição clara que é a opção pelos reatores com tório. São apresentados vários resultados obtidos dos valores da porcentagem da densidade teórica de pastilhas de ThO₂ compactadas e sinterizadas, em função da pressão de compactação, além de estudos experimentais referentes a pastilhas de tória e de tória-urânio.

Em dezembro de 1964, embora fosse outra a direção da CNEN e o IEA tivesse sido reestruturado, possivelmente – o trabalho foi apresentado em julho de 1963, no XVIII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, em Belo Horizonte - o IEA, ainda

²⁰⁸ Publicação IEA 63 (1963), página 574. Além do mais, esses trabalhos apresentam: uma discussão entre os aspectos econômicos e filosóficos envolvidos na escolha de diferentes tipos de reatores. (publicação IEA – 65, página 558); uma preocupação com os fundamentos teóricos das experiências além dos ensaios que eram o forte nos trabalhos publicados na área de metalurgia, que até então davam ênfase aos aspectos fenomenológicos, fatos e constatações. Nesta época (1963) fala-se em déficit energético (publicação IEA-62, página 580) e nas bases tecnológicas para o desenvolvimento do setor nuclear (publicação IEA-62, página 582).

²⁰⁹ Publicação IEA 62 (1963), página 585. Publicação IEA - 63 (1963) página 577.; Publicação IEA 65 (1963) página 558.

²¹⁰ Freitas, Clauer Trench; Haydt, Motta; Santos, Tharcísio Damy de Souza. Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berília, de tória e de soluções sólidas tória-berília. Publicação IEA – 79. Dezembro de 1964. Separata do ABM Boletim da Associação Brasileira de Metais, página 558.

sob a influência da antiga direção, estava preocupado com reatores “alimentados” com tório e urânio natural. Em 1963, João Goulart era presidente da República e o professor Doutor Marcello Damy de Souza Santos conhecido por suas posições nacionalistas era presidente da CNEN.

Destacamos também nesse trabalho à página 559 uma cooperação do Brasil com o Paraguai;

“(…). As peças obtidas apresentaram resistência mecânica compatível com o funcionamento da fonte, isto é, com a entrada e retirada periódica do núcleo constituído por barra coaxial de antimônio, produzida pela Divisão de Metalurgia Nuclear, que fôra posteriormente irradiada no reator IEAR-1. O comportamento dessas peças de berília nas duas fontes construídas, uma das quais foi enviada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear para o Paraguay, em virtude do convênio de assistência técnica existente, foi plenamente satisfatório. O fluxo medido foi de $1,2 \cdot 10^6$ n/cm²s logo após ter sido irradiada a barra de antimônio.

O Brasil inclui, na rede de divulgação dos conhecimentos e benefícios advindos das pesquisas em C&T, os países da América do Sul. Como foram realizados cálculos de fluxo de nêutrons, temos também a participação da Divisão de Física Nuclear, além dos trabalhos de análises químicas realizados pela Divisão de Radioquímica²¹¹.

O IEA, no início dos anos sessenta, estava visivelmente preocupado com o desenvolvimento de algumas etapas do ciclo do combustível (com exceção do enriquecimento e do reprocessamento). A Instituição, juntamente com seus pesquisadores, tinha consciência, fruto de trabalhos anteriores dos anos cinquenta do Almirante Álvaro Alberto, de que deveríamos “tomar” um caminho próprio sem ter que inventar a roda novamente. Dessa forma, os pesquisadores do IEA estavam imersos num mar de idéias, constatado pelas referências bibliográficas em seus trabalhos. As alterações que os avanços da ciência e tecnologia tinham trazido, para o mundo no século XX, fascinavam esses jovens pesquisadores. No entanto, procuravam por meio da sua imaginação dominar, senão todas, ao menos algumas etapas do ciclo do combustível: purificação, sinterização de compostos, confecção de “fuel pellets” com fins de produção de combustível, projetos de

²¹¹ “Análises químicas efetuadas pela Divisão de Radioquímica do IEA indicaram concentração residual de SO₄ inferior a 100 ppm, no calcinado a 990°C”. Freitas, Clauer Trench; Haydt, Heliton Motta; Santos, Tharcísio Damy de Souza. Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berília, de tória e de soluções sólidas tória-berília. Publicação IEA – 79. Dezembro de 1964. Separata da ABM. Boletim da Associação Brasileira de Metais, página 558

reatores, sem perder de vista a condição do nosso país, denominado à época de subdesenvolvido.

No final dos anos sessenta, Pieroni com o tino administrativo que lhe era peculiar, aproveitou o entusiasmo de uma das pesquisadoras, recém contratada, com a perspectiva de que o IEA seria o maior instituto trabalhando na área nuclear da América do Sul, para abrir novos caminhos.

“Entrei no IEA como bolsista antes de me formar em farmácia e bioquímica na USP. Entrei para trabalhar (...) para fazer análise toxicológica de urânio na urina. Não havia experiência na época. Isso ocorreu em dezembro de 1967. Como não se tinha experiência de manejo de elementos actinídeos (...). Em janeiro fui transferida para o setor de Engenharia Química onde passei a me familiarizar com a química dos actinídeos (...). Comecei o curso de pós-graduação em 1969 e em 1970 acabei o mestrado. (...) a minha Dissertação de mestrado foi importante porque naquela época começou a prospecção e o beneficiamento de urânio em Poços de Caldas no Morro do Agostinho (...). Trabalhei no desenvolvimento de processos de separação do urânio do minério de Poços de Caldas e o meu orientador foi o Dr. Eduardo Calmon Costa que era pesquisador Adjunto no Departamento de engenharia química. (...) Fui contratada no segundo nível(...). O meu primeiro Congresso Internacional foi sediado pelo IEA em 1970 –para beneficiamento de minerais de baixo teor de urânio(...). Conheci um professor de Oak Ridge e pela primeira vez tomei conhecimento do reprocessamento. Foi quando aprendi que era a outra parte do ciclo do combustível²¹²”.

Naquela época, os desafios estavam mais ligados aos cursos acadêmicos difíceis, sobretudo na Escola Politécnica. Para um profissional com formação básica em Farmácia e Bioquímica o desafio era ainda maior. Até a metade dos anos setenta, era uma vitória receber uma nota máxima na cadeira de física de reatores – cadeira obrigatória para quem fazia a pós-graduação, que já tinha começado no IEA em convênio com a Escola Politécnica da USP.

Hoje, falamos em desafio diferentemente: agregar valor aos produtos. No entanto, este espírito passava longe do infante IEA que, embora pensando em ciclo do combustível, graças inclusive ao caráter do seu Superintendente, Rômulo Ribeiro Pieroni, assim como a outros pesquisadores da Instituição, destacando o professor Alcídio Abrão, o fazia de um ponto de vista acadêmico, muito embora não fossemos uma universidade.

²¹² Entrevista com a Dra. Berta Floh de Araújo em 11/03/2003 que começou a trabalhar no IEA no final dos anos sessenta ocupando vários cargos de chefia e desenvolvendo parte do ciclo do combustível na área de reprocessamento. Hoje, encontra-se aposentada.

Uma contradição que fortaleceu a Instituição do ponto de vista que, hoje, formou muitos pesquisadores, mestres e doutores, mas por outro lado tentou abarcar um número enorme de áreas e teve dificuldades típicas pelas quais passam as instituições que convivem com mudanças bruscas de orientação e falta de recursos.

Nessa época, tínhamos o total apoio da AIEA para fazermos nossos estudos lá fora, mesmo que fosse numa área sensível como a do ciclo do combustível, sobretudo nas instituições e universidades européias. Anteriormente já tínhamos comentado que a Instituição, embora tivesse, na sua primeira publicação, como objetivo desenvolver reatores – objetivo bem ousado para um país como o Brasil -, que contradizia o espírito do Programa Átomos para a Paz, o IEA não estava disposto a seguir à risca a filosofia do Programa. O seu Superintendente e pesquisadores tinham anseios de ir mais longe do que propunha o Programa. Destacamos, mais uma vez, que a influência do Almirante Álvaro Alberto e seus seguidores não tinha sido de todo apagada com a sua deposição do CNPq. O IEA por razões já comentadas, até os anos oitenta, estava menos exposto às políticas externas de contenção dos ideais de desenvolvimento tecnológico, embora alguns fatos pontuais ocorressem.

“O professor Pieroni argumentou: “Não seria mais eficiente nós formarmos um grupo de pessoas para que se iniciasse, no IEA, a parte do reprocessamento? Ao invés de você ir fazer o seu doutoramento em Oak Ridge, você faz um estágio, nós procuramos mais três ou quatro pesquisadores e todos juntos depois instalamos no IEA essa linha de pesquisa (...)”. Nós pedimos bolsa da AIEA, fomos para Oak Ridge. Um mês antes de viajar, em 1972, veio a política Carter nos EUA de não proliferação e como o reprocessamento era considerado o “bode expiatório” da proliferação, os EUA proibiram que nós fôssemos para o estágio. (...) Fui para a Alemanha, no laboratório de Jülich. A Doutora Hato Matsuda foi para a Espanha onde tinha um excelente laboratório, (...). o Dr. José Adroaldo de Araújo foi para Fontenay-Aux-Roses na França e o Dr. Adelino C. Filho foi para a Itália. Todos fomos para onde havia um excelente desenvolvimento da técnica de manuseio de material irradiado e de elementos transurânicos, inclusive planta piloto de reprocessamento. (...). Voltamos em 1974 e o Doutor Adroaldo foi nomeado chefe do grupo de reprocessamento. O Doutor Adroaldo foi novamente para a França onde ele conhecia muitos fornecedores para fazer o “layout” para a nossa instalação de reprocessamento.”²¹³.

O Doutor José Adroaldo de Araújo em 02/10/2002, pesquisador da Instituição que trabalhou muito tempo na área de reprocessamento e mais tarde veio, quando já aposentado a chefiar a equipe encarregada do material salvaguardado relatou-nos que:

²¹³ Doutora Bertha Floh de Araújo. Entrevista gravada em 11/03/2003.

“Compramos equipamentos na França para construir a Celeste 1, instalação montada no bloco 2 do prédio da Engenharia Química, com a intenção de montar o laboratório para estudos de reprocessamento. (...). Montamos três laboratórios: laboratório químico, laboratório de fluorescência de R-X e de espectrometria alfa e gama. Existiam duas células blindadas com 10 e 15cm de chumbo. Os equipamentos foram adquiridos fora do país, pois esses não eram fabricados no Brasil. Entre 1976 e 1977 a instalação ficou pronta, fizemos ensaios e campanhas para estudar o primeiro ciclo do reprocessamento – separação dos produtos de fissão, urânio e plutônio (...)”²¹⁴.

Anos mais tarde, um outro pesquisador, hoje Dr. Afonso Rodrigues de Aquino, formado em química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com curso de Especialização em Química Nuclear e Radioquímica, em 1977, é convidado pelos professores Dra. Berta Floh de Araújo, Dr. José Adroaldo de Araújo para vir trabalhar com a equipe do Departamento de Engenharia Química.

“O IPEN é muito bem pensado. A maneira como foi idealizado é consistente. O IPEN não é mais bem executado por problemas econômicos. É uma Instituição que procurou abranger todas as áreas do conhecimento, desde ensino até as pesquisas na área de física, química, engenharia, medicina nuclear, matemática. Aqui sempre temos o que fazer. Para mim era um privilégio vir para o IEA pela grandiosidade do Instituto. O professor Pieroni foi generoso conosco, na época ele nos deixou a vontade para escolher o local onde queríamos trabalhar dentro do Instituto. Fiquei na Engenharia Química. Entre 1978 e 1980 começou a se falar no projeto Conversão, originado de um acordo que envolvia alguns ministérios, Minas e Energia, Militares etc (...). Foi realizada a construção de uma fábrica de UF₆ – planta piloto entre parêntese que atendia a necessidade brasileira da recarga de Angra I que troca 1/3 dos seus elementos combustíveis a cada ano”²¹⁵.

Fazemos um parêntese para complementar o que falamos a respeito da contradição entre o estímulo para a criação do IEA (o reator IEA -R1 foi cedido dentro do programa Átomos para a Paz) e as expectativas dos pesquisadores. Os EUA, enquanto detentores do “segredo atômico” no ocidente, contavam que não tentaríamos desenvolver o processo de enriquecimento do urânio. Lembremos, como destacamos anteriormente, que os EUA

²¹⁴ Entrevista com o Doutor José Adroaldo de Araújo em 02/10/2002. Hoje, após medidas de contenção de verbas do Governo de Luís Inácio Lula da Silva o Doutor Adroaldo se viu na contingência de deixar o cargo. Aquele velho debate, quem irá substituir aqueles que estão saindo da Instituição?

²¹⁵ Entrevista gravada com o Doutor Afonso Rodrigues de Aquino em 2002 que trabalhou muitos anos na planta piloto de produção de UF₆ juntamente com o Doutor José Américo Andreatta já falecido e com o Doutor Wagner dos Santos Oliveira. Hoje o Doutor Aquino depois que a planta foi desativada encontra-se chefiando o núcleo de Divulgação Científica do IPEN localizado na Diretoria de Ensino e Informação Científica.

financiaram muitas das pesquisas da Instituição. Como uma substância viva dessa análise, destacamos um trecho que é um outro exemplo desse financiamento.

“Os elementos combustíveis serão obtidos por “roll bonding” e não por extrusão, a partir de “cermet” de alumínio e U_3O_8 tendo 20% de enriquecimento em U^{235} (a ser obtido por cessão pela “Atomic Energy Comission” dos Estados Unidos)²¹⁶”.

Sabemos que muitos dos trabalhos escritos e mesmo usinas em escala de protótipos não alcançam a sua viabilização. Mesmo que não acreditássemos nas publicações, as provas físicas com as fotos dos arranjos, o reator subcrítico denominado Re-Suco²¹⁷ que foi construído pela equipe do IEA, nos anos sessenta, e que, na Universidade de Pernambuco, foi utilizado para ensino, o reator MB-01 construído anos mais tarde (anos oitenta), também pela equipe do já nomeado IPEN, atestam as efetivas realizações em dois momentos diferentes.

As instruções para a montagem do conjunto, movimentação dos elementos combustíveis e utilização do sistema de filtros, foram feitas e publicadas internamente pelo engenheiro Clauer Trench de Freitas juntamente com os engenheiros Erberto Francisco Gentile e Rômolo Giambastiani. Este projeto deu origem a algumas teses²¹⁸.

²¹⁶ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Bidwell, Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1963). Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA 62, página 561.

²¹⁷ “O conjunto subcrítico para estudos experimentais de física de reatores, conhecido pela denominação Re-Suco (Reator subcrítico de óxido) foi concebido no Instituto de Energia Atômica por projeto das Divisões de Engenharia Nuclear e de Física de Reatores e para a sua construção posterior contribuíram, além dessas Divisões, a de Radioquímica produzindo o diuranato de amônio, a partir do qual a Divisão de Metalurgia Nuclear processou a fabricação dos elementos combustíveis. Representa assim esse conjunto subcrítico o resultado de trabalho em equipe de quase todas as divisões científicas do Instituto de Energia Atômica”. Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton, M.; Freitas, Clauer Trench (1965). Fabricação dos elementos combustíveis de UO_2 para o conjunto subcrítico “Re-Suco”. Publicação IEA - 92

²¹⁸ Narain, Rajendra; Lima, Ricardo de A (1982) Sieling considerations and layout of the bulk shiendind for the pulsed neutron generator being installed at Departamento de Energia Nuclear, Universidade de Pernambuco. Comunicações número 73 – BC – 013. Recife. Trabalho apresentado no terceiro Encontro Nacional de Física de Reatores, Itaipava. Rio de Janeiro. 12-14 de dezembro de 1982. Bezerra, Antonio Fernando de Aquino (1991). Avaliações dos harmônicos e do acoplamento neutrônico entre dois subnúcleos do conjunto subcrítico “Resuco”. Dissertação de mestrado Pronuclear número 55. Coletânea do Resuco. Centro de Energia Nuclear UFPE (1969). Recife. Ribeiro, F. A et al (1972). Determinações preliminares dos parâmetros do reator Re-suco. Comunicação número 28 DEN, Recife. Bezerra, J. L. 91982). Um estudo numérico do problema de auto-valores na teoria de difusão de nêutrons. Dissertação de mestrado número 21. Franzen, H. R. (1966). Cálculo da massa de óxido de urânio para arranjo subcrítico Re-suco. Publicação IEA número 130. São Paulo. Bezerra, A F. A; Narain, R. (1987). Experimental evaluation of the physical separation to achieve neutronic decoupling under water. Anais do VI Encontro de Física de Reatores. São José dos Campos. Bezerra, A F. A ; Narain, R. (1986) Selection of an optimum position for transient flux measurement in subcritical system Resuco. Anais do I Congresso Geral de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. Bezerra, A F. A; Narain, R. 91985). Uma avaliação do mapeamento do fluxo de nêutrons no conjunto subcrítico Resuco, através de componentes fundamental e harmônicos. Anais do V Encontro Nacional de Física de Reatores. CNEN. Rio de Janeiro.

Ainda, na Universidade Federal de Pernambuco pudemos constatar a importância do reator Re-suco para atender as necessidades de ensino. Mais uma vez a comunidade científica pensou que teria a sua disposição, possivelmente, um reator mais robusto como atesta o documento assinado pelo então Reitor da Universidade do Recife, Dr. João Gonçalves da Costa Lima na portaria número 8 de 13/04/1962:

“O reitor da Universidade do Recife, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 17, alínea a do decreto número 21904 de 08/10/1946 e considerando os problemas relacionados com a instalação de um reator atômico e seus acessórios, para ensino e pesquisa, na área do campus universitário (...)”²¹⁹

Ainda outros feitos bem concretos:

“Os estudos descritos nesta contribuição visaram à obtenção dos dados para o projeto de instalação destinada à fabricação dos elementos combustíveis para o reator “Argonauta”²²⁰, totalmente construído no país para a Comissão Nacional de Energia Nuclear e que está sendo instalado no Instituto de Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro, Gb (...). O Instituto de Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro, Gb, tem quase pronto reator desse tipo, totalmente construído no país, o qual empregará elementos combustíveis a serem fabricados pela Divisão de Metalurgia do Instituto de Energia Atômica, de São Paulo”²²¹.

Este trabalho, publicação²²² IEA – 80, é particularmente interessante para mostrar como a instituição estava, com menos de dez anos de sua criação, contribuindo na área de produção de elementos combustíveis, no entanto não tínhamos ainda o urânio enriquecido a 20%.

Ao longo de nossa discussão iremos defender arduamente que a palavra chave é “esforço continuado”, que não esteja ligado a uma cultura que visa o imediato e muita retórica.

²¹⁹ Portaria número 08 de 13/04/1962. Ministério da Educação e Cultura. Universidade de Recife.

²²⁰ O reator Argonauta foi desenvolvido pelo “Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois”, Estados Unidos da América do Norte. Ele emprega elementos combustíveis, constituídos por conjuntos de placas paralelas, formadas por núcleo de dispersão U_3O_8 -Al e revestidas por liga de alumínio, geralmente 1100 ou M-388. Atenção especial deve ser dada, e mais tarde voltaremos ao assunto, ao fato de que o pó de alumínio utilizado foi fornecido pela L’Aluminium Français.

²²¹ Bidwell, Richard M.; Haydt, Helinton M.; Freitas, Clauer Trench de.; Santos, Tharcísio Damy de Souza (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões de U_3O_8 -Al. Publicação IEA - 80

²²² Bidwell, Richard M.; Haydt, Helinton M.; Freitas, Clauer Trench de.; Santos, Tharcísio Damy de Souza (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões de U_3O_8 -Al. Publicação IEA – 80. Na publicação IEA – 95 de maio de 1965, Fabricação de elementos combustíveis para o reator Argonauta do Instituto de Engenharia Nuclear, atesta o envio desses elementos combustíveis, página 371.

Para o país, torna-se importante não usar somente o conhecimento adquirido e sistematizado no estrangeiro, mas também gerar e difundir o conhecimento. Transformando-o em produtos para a sociedade ou divulgando as conclusões obtidas, na forma de artigos científicos, teses, divulgação científica em revistas, jornais, palestras, ensino, etc para que a sociedade possa usufruir o que foi desenvolvido pelos pesquisadores e sustentado por ela.

As instituições, que se ocupam de ciência e tecnologia, estão inseridas numa rede complexa composta por outras instituições de pesquisa, de ensino e de produção. Muitas vezes torna-se difícil visualizar toda a rede. É importante enxergarmos a complexa malha que se forma como contribuição de cada ponto da rede para que possamos, além de exercer o nosso próprio papel, conseguir usufruir os benefícios advindos do entrelaçamento. Uma das maneiras de alcançarmos êxito na nossa função é dominarmos todos os nós da rede²²³. Esta qualidade envolve a geração e preservação da documentação de todos os níveis de atividades das instituições que compõem a rede.

Percebe-se claramente o “pool” de Instituições que estavam envolvidas no processo: IPT em S.P, CNEN no R.J, Comissão de Energia Nuclear do CNPq, Instituto de Pesquisas Radioativas em B.H, outras Divisões do IEA como a Radioquímica, Divisão de Física de Reatores do IEA, Orquima S.A em São Paulo.

Consideramos, como extremamente importante, a iniciativa do IEA/IPEN de publicar, desde o início, mesmo que em português, os trabalhos dos pesquisadores, na série intitulada Publicações – IEA, e depois denominada publicação IPEN, e ainda, a série que se chamou inicialmente Informação IEA e depois IPEN.

Essas publicações nasceram com o Instituto, representavam a alma dele, as suas mãos com seus dedos num corpo humano, sendo o coração o bom ânimo dos pesquisadores juntamente com suas cabeças.

Isso faz com que a Instituição seja ímpar nesse aspecto. Entrementes, como as publicações ficaram praticamente fechadas na própria Instituição – mesmo que tenhamos encontrado cópias de alguns números dessas publicações em outras bibliotecas, como na

²²³ Na publicação que viemos tratando, publicação IEA 62 de 1963, página 581, podemos observar uma rede bem formada entre a CNEN, o IEA, o IPT e o IPR em Belo Horizonte, Orquima S.A em S.P, CNPq, e outras divisões do IEA.

Faculdade de Física da Universidade Federal de Pernambuco - acabou sendo mais importante para os pesquisadores da casa do que para a comunidade científica. Nesse contexto os pesquisadores, com o passar dos anos, acabaram não se interessando mais em publicar nessa série.

Os trabalhos publicados são, quase sempre, os resultados de movimentos anteriores às datas das publicações. As publicações a que nos referimos no parágrafo anterior ocorreram até a metade dos anos noventa, do século XX. Atribuímos, e recebemos informações²²⁴ que confirmam o nosso ponto de vista que, após uma determinada época – terceira geração –, houve uma mudança muito forte na Instituição, que fez com que os pesquisadores deixassem de dar importância a esse veículo de divulgação das suas pesquisas.

Nos anos oitenta muitos dos pesquisadores se viram envolvidos no projeto de desenvolvimento do ciclo do combustível e suas pesquisas e os resultados encontravam-se dentro de um espectro dito “sigiloso” – não podiam ser publicados²²⁵ e nem tornados públicos. Sabemos que nesses casos ocorrem alguns exageros e que isso desestimula a arte de escrever.

Aliado ao que falamos anteriormente, os pesquisadores, que não se envolveram naquela área de pesquisa, se encontravam à mercê do reflexo do domínio da língua inglesa na área científica e preferiam divulgar somente em revistas mais conceituadas e com alcance internacional, esquecendo-se da sua própria sociedade como um todo. Alguns optaram pelos dois caminhos: publicavam em revistas internacionais e nacionais.

Passado o período de euforia e muito trabalho com o desenvolvimento da tecnologia do ciclo, na década de noventa, com o arrefecimento dos estímulos para a pesquisa na área do ciclo do combustível²²⁶, ocorreu, parcialmente, a retomada das publicações internas e, em

²²⁴“Paramos de publicar porque os pesquisadores se desinteressaram”. Comunicação particular fornecida pela atual chefia da biblioteca.

²²⁵Houve pesquisadores que alegaram outras razões para que não se publicassem os resultados das pesquisas provenientes dos trabalhos que estavam sendo realizados na época do acordo entre o IPEN e a Marinha do Brasil. Um exemplo foi o Doutor Wagner dos Santos que em entrevista alegou que os trabalhos teriam que ser terminado completamente e as usinas postas em funcionamento antes que se publicasse alguma coisa.

²²⁶ Cerqueira Leite faz uma análise rápida em matéria de jornal sobre o aspecto da falta de recursos financeiros na área. Embora, analisemos um pouco diferente o tema (poderá ser constatado ao longo do que iremos escrever) reproduziremos o que pensa esse eminente pesquisador por ser uma das facetas dos problemas que começamos a nos deparar nos anos noventa e que desviou a Instituição da sua rota inicial. “ Como Jacó que aceitara, um pouco a contragosto, Lia em troca de Raquel, serrana bela, o Brasil do General Geisel engole, conformado, uma duvidosa tecnologia que estava, então, engavetada havia 30 anos, a do jato centrífugo. E como Jacó, trabalhou o Brasil mais sete anos para desenvolver suas

1994, iniciou-se uma nova série de publicações intitulada Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento/RBPD (Research and Development Brazilian Journal).

Embora com pouco tempo de existência, esta série, pela própria orientação editorial, caminha para abarcar um maior público até mesmo porque com os avanços dos meios de comunicação, os nossos pesquisadores interagem mais entre si e com pesquisadores de outras instituições brasileiras e estrangeiras. A RBPD, ainda com a grande virtude de não ser somente institucional, é mantida pela CNEN.

A primeira RBPD foi uma publicação com as instruções para a preparação e encaminhamento de manuscritos, chamada de trabalhos, normas para apresentação de originais. Neste número o Dr. Antonio Carlos de Oliveira Barroso, ex-Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento-CNEN (DPD-CNEN) descreve a importância da revista.

A última foi publicada em abril de 2002, tendo como editor chefe o Dr. Afonso Rodrigues de Aquino (IPEN-CNEN/SP) e, como adjunto, a Dra. Martha Marques Ferreira Vieira (IPEN-CNEN/SP) que assumiram a revista em setembro de 2001²²⁷. Anteriormente a revista teve como editor o Dr. Antonio Teixeira e Silva (IPEN-CNEN/SP).

A abordagem do Doutor Barroso na revista número zero, de 1994, reflete a linha adotada pelo periódico e a falta que uma publicação, em âmbito nacional, fazia para a manifestação dos pesquisadores envolvidos na área nuclear:

“A necessidade de um veículo para que os pesquisadores do setor nuclear divulgassem seus trabalhos tem sido uma reivindicação antiga dos profissionais. O espaço que havia sido aberto na “Revista Brasileira de Engenharia”, pela “Associação Brasileira de Energia Nuclear”, através do “Caderno de Engenharia Nuclear” com o apoio do CNPq/FINEP. (...) Infelizmente foi interrompido por falta de recursos financeiros. A Comissão Nacional de Energia Nuclear, através da sua Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, sentiu

próprias ultracentrífugas. Mas eis que a mão invisível do servilismo voluntário se mostra mais cruel que Labão e, assim que é confirmado o sucesso tecnológico brasileiro, ocorre a intervenção em Iperó, e os servilismos voltam a brincar com a inofensiva tecnologia do jato centrífugo, a feiosa Lia. Novamente um avanço tecnológico importante é subtraído ao dócil e subserviente Jacó.” Leite, Rogério Cezar Cerqueira. Alcântara e o servilismo voluntário.

²²⁷ “No Brasil, as atividades em ciência e tecnologia desde 1994, quando foi lançada a RBPD, cresceram em quantidade e qualidade, e a principal característica deste crescimento foi a complexidade com que se revestiu, em parte ao avanço da informática e do advento da internet. (...) A coincidência da retomada da RBPD no início deste século é um sinal positivo porque sabemos que a maioria dos materiais que vai ser usado ainda não foi inventada. A RBPD pretende ser um documento testemunho da história de P&D no Brasil moderno (...). Aquino, Afonso Rodrigues e Vieira, Martha Marques Ferreira (2001). Revista brasileira de Pesquisa e desenvolvimento. Vol.3-número 1, setembro 2001.

que o momento era propício para retomar a idéia da edição de uma revista para divulgação de artigos e notas técnicas (...)»²²⁸.

Embora a revista tenha a assinatura CNEN os pesquisadores do IPEN atenderam ao chamado e estão enviando artigos. No final de 2002 e início de 2003 a revista encontrou dificuldades financeiras para publicar novos números, mas já conta com artigos para a sua próxima edição e 241 artigos (sendo 133 do IPEN) para uma edição especial dos trabalhos apresentados no VI ENAN (National Meeting on Nuclear Applications) organizado pela International Nuclear Atlantic Conference entre 11 e 16 de agosto de 2002. Nesse número também serão publicados os 98 artigos (22 dos pesquisadores IPEN) referentes ao XIII ENFIR (National Meeting of Reactor Physics and Thermal Hydraulics) organizado pela International Nuclear Atlantic Conference entre 11 e 16 de agosto de 2002.

Voltando à questão de retórica e do imediatismo na vida da Instituição, fizemos perguntas aos vários pesquisadores entrevistados sobre o tema. Abaixo relatamos uma das respostas que faz um paralelo entre o governo brasileiro e o alemão para darmos conta da importância da questão e como países, com uma história já longa, enfrentam os problemas.

*“Acho que você colocou com muita propriedade a questão da retórica e do imediatismo (...). Fazendo um paralelo com os programas (**nucleares**) tive a oportunidade, na Alemanha, quando estava fazendo o meu estágio para doutorado, de observar como eles trabalham e desenvolvem conhecimento e como este é difundido para a sociedade. É uma cultura em que nada é imediato. Tudo faz parte de um planejamento e a sociedade sabe onde quer chegar (...). Países bem estruturados fazem melhores planejamentos (...). Dificilmente uma atividade e alguma ação que se façam necessárias atrasam o programa deles (...). Quando eu estava na Alemanha aconteceu a segunda grande crise do Petróleo (...). Pensei: agora acabou o dinheiro para a pesquisa porque vão cortar todos os recursos (...). O petróleo tinha subido exageradamente e os políticos iam para o Congresso de bicicleta (...). A única economia que não foi feita foi aquela dirigida para os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, pelo contrário, investiu-se mais (...). Eles tiveram que mudar o rumo (...). A ferramenta para que aquela mudança desse certo era o conhecimento (...). Foram investidos em cursos nas universidades, nos institutos para que eles pudessem fazer essa mudança de rumo e não depender tanto do petróleo²²⁹”.*

O autor da colocação acima é um dos representantes do pensamento dos pesquisadores. Eles têm bem clara a questão. Quando olhamos a história da Instituição nestes quase

²²⁸ Barroso, Antonio Carlos de Oliveira (1994). Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento Vol. 0-número 0, nov 1994.

²²⁹ Paschoal, José Octávio Armani. Pesquisador do IPEN desde 1970, engenheiro de materiais formado pela Universidade Federal de São Carlos e doutorado na Alemanha. Entrevista concedida e gravada em 01/04/2003

cinquenta anos, concluímos que o que realmente falta é um maior amadurecimento das nossas instituições responsáveis pelas diretrizes políticas para C&T no país. Provaremos isso ao longo do texto para o IEA/IPEN.

Podemos, como bem demonstra a história da ciência, estar pesquisando em uma área que, segundo o “homem de mercado”, poderia não dar em nada, mas que acaba, pelo importante processo de nos fazer refletir, sendo fundamental para o futuro da humanidade.

Mesmo no caso do IPEN, quando estamos pesquisando uma tecnologia já “desvendada” lá fora, ainda que sendo um projeto “secreto” pelo caráter estratégico militar ou comercial, principalmente, do país que primeiro desenvolveu aquela tecnologia, sempre acabamos tomando conhecimento parcial da tecnologia desenvolvida no processo.

Acrescentamos que, se sabemos que deu certo alhures, então, o risco é muito menor e, portanto, mais uma razão para irmos até o final, ou seja, o esforço continuado é o mais racional. No entanto, muitas vezes, a política para C&T nos leva a optar pelo caminho que, a princípio, parece mais fácil: “comprar”, equipamentos e começar a auferir lucro com a opção tomada.

A Instituição, como veremos, ao longo dos seus quase cinquenta anos optou, em áreas e momentos políticos diferentes, ora por um, ora por outro caminho, segundo a maior ou menor pressão à que foi submetida pela sociedade - aqui falamos dos setores governamentais internos, da classe médica, da inteligência internacional, dos militares²³⁰ etc.

Os resultados são flagrantes, quando houve persistência, pesquisa e uma política para a área, o trabalho foi vitorioso. Falaremos nos capítulos que seguem sobre esses momentos, analisando-os, sobretudo, nas parcerias com os militares, indústria e prestação de serviço para a sociedade civil.

²³⁰ Temos um exemplo nas afirmações de Ernesto Geisel. Em 1994 o General tinha plena consciência das dificuldades envolvidas para a obtenção de altas tecnologias que envolviam segredo estratégico (militar ou comercial): “E vamos nos sujeitar a ficar na dependência da boa ou má vontade dos outros para receber o urânio enriquecido para gerar energia?”. Em outro trecho ressalta: “Na usina Angra I, que já estava em construção, o suprimento da fonte energética, o urânio enriquecido, tinha que vir dos Estados Unidos. Eles cobriam o preço que quisessem ou forneceriam a seu arbítrio, segundo suas disponibilidades. Era uma independência inadmissível para a nossa soberania. (...) queriam que tudo o que o Brasil fizesse em termos de energia nuclear ficasse dependente deles.”. Quando lemos o breve texto de Cerqueira Cezar, citado anteriormente, aquele esclarece o que realmente aconteceu e que é de conhecimento de toda a nação. Encontramos o texto acima em : Ernesto Geisel. Maria Celina d’Araujo e Celso Castro. Fundação Getúlio Vargas. Páginas 239 e 339. Infelizmente, embora com um raciocínio nacionalista típico dos militares brasileiros da linha do General Geisel, a opção escolhida para a obtenção das nossas centrais nucleares, como já foi discutida em outros trabalhos, não foi a mais acertada.

Ainda acrescentamos que nem sempre a tecnologia “comprada” pode ser explorada com segurança de êxito imediato ou mesmo futuro. É o caso típico da opção tomada, nos anos setenta, pelo governo Geisel para os reatores de potência no Brasil. Mesmo hoje, em que os reatores de Angra encontram-se em funcionamento, a sociedade assistiu por mais de duas décadas todos os problemas, até mesmo com gastos absurdos que tivemos que arcar.

”Achávamos que devíamos seguir o que outros países fazem, isto é, construir usinas nucleares. (...). No Brasil havia uma usina cuja construção começara no governo Médici, mas que teve inúmeras falhas, porque a companhia que a projetou e construiu, a Westinghouse, dos Estados Unidos, fez um péssimo serviço. Nosso projeto era construir (...) duas outras. Mas no governo Figueiredo, quando o Brasil se confrontou com dificuldades financeiras, devido ao segundo choque do petróleo e ao aumento da taxa de juros nos Estados Unidos, o programa praticamente foi paralisado. (...) Talvez o governo do Figueiredo não tivesse a mesma concepção que tínhamos com relação ao problema energético²³¹”.

Chamamos a atenção especial para o trecho citado: primeiro a afirmação de que passávamos uma crise financeira real, mas que não nos impediu de dar uma guinada e injetar muita verba em outro programa de desenvolvimento tecnológico que foi o projeto alternativo feito em parceria principalmente entre a Marinha do Brasil e o IPEN. O segundo ponto é a referência a planos para tecnologia diferentes das de Figueiredo. Realmente foi o seu governo que praticamente financiou o projeto paralelo.

A energia nuclear preocupa em outras duas frentes diferentemente de algumas outras áreas. A primeira preocupação reside no valor militar muito grande, seja como tecnologia de defesa – o submarino nuclear, tentativa ainda em curso da Marinha Brasileira – seja como uma opção de ataque – que, a princípio está fora de cogitação, sobretudo, após a assinatura do tratado de não proliferação de armas nucleares já no governo Fernando Henrique Cardoso.

“Os objetivos sempre foram um submarino com propulsão nuclear²³², (...) não é considerado uma arma nuclear mesmo porque na guerra das Malvinas os ingleses usaram um submarino com propulsão nuclear para bombardear os navios argentinos. Eles não poderiam fazer isso se o submarino fosse considerado arma

²³¹ O texto citado encontra-se em: Ernesto Geisel. Maria Celina d’Araujo e Celso Castro. Fundação Getúlio Vargas. Páginas 304 e 305

²³² Tudo começou, em 1942, com a primeira “pilha atômica” de Enrico Fermi. A Marinha americana imediatamente percebeu o enorme potencial da energia nuclear e em 17/01/1955 temos o primeiro submarino movido à propulsão nuclear (EUA). A “Electric Boat Company” foi a responsável pela façanha.

*nuclear como signatário do Tratado de não Proliferação Nuclear (TNP)²³³. (...) isso já é uma abertura para mostrar que não é uma arma nuclear – obviamente que não é porque não é uma obra de destruição em massa. É um submarino convencional só que a propulsão dele não é realizada usando um submarino comum*²³⁴”.

Em segundo lugar, matéria controvertida, e que não deixa de estar ligada com a primeira, é que não se tem ainda um total controle da energia nuclear que, segundo Motoyama (2002), e nós referendamos, não está totalmente testada em escala comercial. Muito já se fez, mas, muito ainda temos que fazer. Não é ainda uma tecnologia que foi testada em toda a sua dimensão. Ainda não temos, por exemplo, o local e, a forma mais aceita, para deposição dos radioisótopos de meia-vida longa e alta atividade²³⁵.

No IPEN, juntamente com a Marinha do Brasil, passou-se uma fase de pesquisas na área do ciclo do combustível coordenada pelo Almirante Othon²³⁶ – fase de segredo estratégico.

²³³ O Brasil aderiu ao TNP em 18/09/1998. O TNP tem, entre outros, o objetivo de evitar uma guerra nuclear e instaurar uma cooperação internacional para a utilização pacífica da energia nuclear em caráter civil. Este tratado faz uma distinção entre os países que são considerados potências nucleares (fabricaram ou acionaram uma arma nuclear anteriormente à primeiro de janeiro de 1967) e, aqueles que não desenvolveram armas nucleares. As potências nucleares não podem transferir armas nucleares para qualquer outro país e ainda proíbem os países não detentores de armas nucleares de desenvolvê-las ou comprá-las. Em contra partida esses países terão acesso ao uso pacífico da energia nuclear desde que fiquem sobre o controle da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) com sede em Viena, Áustria.

²³⁴ Entrevista gravada em dez/2002 com o Almirante Alan Arthou, Diretor do Centro Tecnológico da Marinha do Brasil (CTM/SP). Gostaríamos de frisar que o argumento serve para comprovar que um submarino movido à propulsão nuclear não é uma arma nuclear. Nada implica que ao lado dessa pesquisa outras, porventura, estivessem sendo planejadas. Muito se falou a respeito da Serra do Cachimbo. Segundo as reportagens dos jornais na época do governo de José Sarney estaria sendo construída instalações para fins militares (covas e cisternas) que se prestariam a testes nucleares de diversos tipos e para armazenamento de lixo radioativo na Serra do Cachimbo, situada no sul do Estado do Pará, fazendo limite com o Estado do Mato Grosso.

²³⁵ “Suivant la stratégie de gestion choisie les matières à entreposer et/ou stocker diffèrent largement. Dans une des options, il pourrait s’agir des combustibles usés, bien qu’ils contiennent une grande quantité de matières fissiles réutilisables pour produire de l’énergie (...) leur destination privilégiée est le recyclage (...) . La solution de référence envisagée aujourd’hui pour les déchets nucléaires ultimes est le stockage après conditionnements. Le mode de stockage dépend de la catégorie de déchets. Les déchets de faibles et de très faible activité peuvent être stockés en surface, et cette solution est mise en oeuvre industriellement en France et dans la plupart des pays (...). le problème est plus complexe pour les déchets de haute activité et à vie longue contenus dans les colis de verre et dans les colis de coques. Leur nocivité reste importante sur des durées allant jusqu’à plusieurs dizaines de milliers d’années. De plus, leur radioactivité se traduit par un dégagement thermique important que nécessite des dispositions particulières (...). Les aspects économiques de la production d’énergie nucléaires doivent être pris en compte. L’enjeu industrielle est important dans le contexte de libération des marches de l’électricité. L’évaluation complète, de la sortie du réacteur au stockage, est très complexe et reste à consolider une phase d’entreposage préalable est considérée comme incontournable. Le coût de l’entreposage est aujourd’hui estimé à plus de 300.000 euros par tonne de combustible (investissement initial, exploitation pendant 60 ans et coût des installations annexes compris)”. Alain Lioure. Directeur de l’Energie Nucléaire CEA/Marcoule. Clefs CEA número 46. Printemps 2002.

²³⁶ “A rigor foi em 1979 que comecei o contato com o IPEN. Formalmente foi em 1982 que foi criada a Diretoria de Pesquisa em Reatores. Eu fui nomeado para essa Diretoria. De 1979 a 1994 diria que foram anos que eu trabalhava em tecnologia todas as horas do dia em que eu estava acordado. Foram anos, em termos profissionais extremamente vibrantes (...). Foi um lindo capítulo do livro da vida da gente. Mas, como todo livro passa um capítulo e a gente tem que começar a escrever outro (...). o projeto inicial previa passar a tecnologia para a Indústria Nacional Brasileira (INB) que não era INB na época (...). todo experimento laboratorial faríamos no complexo IPEN/COPESP sediado na USP. Toda a usina de demonstração industrial seria feita em Aramar. Para demonstrar uma tecnologia, é diferente sair de uma bancada para uma demonstração industrial”. Almirante Othon Luiz Pinheiro da Silva, ex-diretor do atual CTM-SP antiga COPESP. Entrevista gravada em 02/12/20002. Ressaltamos aqui que posteriormente ainda iremos comentar sobre esse trecho, mas queremos desde já deixar uma observação sobre o caráter do acordo IPEN/COPESP: Será que o pessoal do

Quando a parceria esmoreceu²³⁷, já na década de noventa, a Instituição não teve condição de persistir nessa tão promissora linha de pesquisa onde foram investidos dinheiro e tempo dos pesquisadores.

Ocorreram algumas tentativas, por parte de alguns pesquisadores, de continuar e a Superintendência, na época, na pessoa do Doutor Spero Penha Morato, ainda incentivou algumas áreas de pesquisa correlatas. O Dr. Wagner²³⁸, já citado no texto, nos relatou que foi novamente empossado no seu cargo anterior para retomar, as atividades da Usina de Produção de UF₆.

Este revés político para a Instituição, e mesmo pessoal na vida dos pesquisadores, revela uma faceta importante da Instituição; a coragem de definir outros objetivos, em certa medida o ato de começar de novo. Até então, foram praticamente quarenta anos de grande convicção da importância da área nuclear, em vários campos de pesquisa, mas, sobretudo, para a produção de energia.

Os trabalhos dos pesquisadores, as linhas de pesquisa na sua maioria, os cursos de especialização e pós-graduação ministrados na Instituição, os estágios dentro e fora do país, as dissertações de mestrado, as teses defendidas, os pronunciamentos da direção da casa, etc estavam principalmente voltados direta ou indiretamente para esse objetivo.

A casa resistiu bravamente às intempéries. Esse traço cultural, além de fazer parte do caráter do brasileiro, esse povo lutador, foi mais fortemente incorporado no caráter dos pesquisadores da Instituição²³⁹.

Atenção deve ser dada ao fato de que a média de idade dos pesquisadores já era alta nos anos noventa. Isso poderia ter implicado em um acomodamento, pois faltavam poucos anos para a aposentadoria. No entanto, ainda alguns que se aposentaram continuam trabalhando em pesquisa mais direcionada para outras áreas que não aquelas do ciclo do combustível

IPEN tinha consciência que a sua participação no projeto seria por um tempo determinado? O fato é que nos anos noventa, após a entrada do governo Fernando Collor de Mello a participação do IPEN no projeto de busca do domínio da tecnologia do ciclo do combustível (denominado projeto autônomo) cessou.

²³⁷ Iremos mais adiante analisar exaustivamente em vários aspectos essa parceria assim como o desvio da Instituição preferencialmente para outras áreas de pesquisa inclusive do ponto de vista da falta de uma continuidade para a política científica e tecnológica no país assim como o fato de sermos “alvos” de pressão internacional.

²³⁸ Wagner dos Santos Oliveira. Gerente do PROCON duas vezes. Depoimento gravado em 05/09/2002.

²³⁹ Não estamos comparando o IEA/IPEN com outras instituições e nem com os pesquisadores de outras instituições com os da casa. Aqueles outros devem ter as suas peculiaridades.

ou dando aulas para a pós-graduação, orientando alunos ou ocupando cargos de direção. Outros optaram por não se aposentarem e continuam nas suas funções.

Vimos, em dez anos, uma guinada para outros rumos. Surgiram outras prioridades, outras formas de interagirmos com a sociedade e outras maneiras de buscar verbas para a sustentação de outras linhas de pesquisa. Isso fica evidente quando comparamos os objetivos iniciais do IEA com aqueles atuais. A nova geração será influenciada pelo aspecto mais liberal da Instituição, pela sua orientação menos acadêmica que passou a vigorar juntamente com a da inserção do país na conjuntura internacional de terceirização dos serviços (manutenção nas áreas de elétrica, mecânica, informática, serviços de jardinagem, limpeza, de obras civis, etc), nas novas formas de gerenciamento, na ênfase dada à prestação de serviços para a sociedade, no conteúdo das linhas de pesquisa dirigidas para outras áreas que não a nuclear.

Confrontando com essas novas características, fruto dos tempos, a pós-graduação oferecida pelo IPEN está cada vez mais inserida na orientação da CAPES, já é bastante respeitada lá fora e ao mesmo tempo implanta cursos de pós-graduação profissionalizantes, cursos de extensão universitária nas áreas de qualidade ambiental, perícia, etc.

Os espectros de bolsistas e estudantes que se movimentam pelas salas, laboratórios e outras dependências da Instituição mudaram. São os novos representantes de amanhã que se preocupam muito mais com o mercado de trabalho e isso não é uma característica exclusiva do IPEN. O mesmo ocorre nas universidades, é mesmo um fenômeno mundial.

Sendo assim surge o “estudante profissional”. Isto acarreta algumas implicações: a primeira, de caráter negativo, é o relacionamento não institucional entre o estudante e a casa que o abriga. Não obstante - dada a seriedade originária dos primeiros pesquisadores que, mesmo aposentados, continuam a trabalhar em seus laboratórios, isto, aliado à necessidade de pessoas que assumam certas funções, no laboratório -, muitos dos bolsistas acabam se envolvendo com as rotinas do Departamento em que estão fazendo a sua pós-graduação.

A segunda influência reside na rotatividade daqueles que vêm complementar os seus estudos. Enquanto bolsista CAPES, CNPq ou FAPESP o estudante tem como se manter,

mas quando acaba o período de bolsa ou faz-se a opção de uma outra bolsa (doutoramento, pós-doc), ou ocorre a evasão para o mercado estrangulado de trabalho.

Não existe um estudo de como o mercado está absorvendo nossos bolsistas, mas dado o estrangulamento das ofertas de emprego, sobretudo em uma área tão específica, acreditamos que esses jovens devem estar sendo deslocados para outras áreas o que implica gastos e tempo inúteis, mesmo que o treinamento ocorrido sempre prepare o ser humano para outras aptidões.

A solução quase que espontânea para resolver a falta de novas contratações em um primeiro momento está beneficiando a Instituição, mas é bastante perigosa para o futuro. Como a maioria do pessoal treinado não fica para sempre nas suas funções e os pesquisadores acabarão por se aposentarem, quando completarem setenta anos, quem se ocupará de conduzir os trabalhos atualmente realizados e com que competência?

Observamos na nossa análise alguns aspectos positivos e negativos para a Instituição e para a sociedade, no decorrer dos últimos anos.

Entrementes, neste capítulo, por estarmos praticamente discorrendo sobre o aspecto cultural da Instituição que engloba a maneira pontual de agir dos pesquisadores, o conjunto dos seus traços particulares que são coletivos – lembremos que Hobsbawm afirma ser a história é feita de macro e micro análises - nós nos limitaremos à análise que revele as marcas culturais deixadas na Instituição e nos seus pesquisadores para voltarmos a abordar o assunto olhando pelo outro lado do prisma.

O caráter, enquanto “modo de ser”, dos pesquisadores analisados lhes foi impressa enquanto grupo que vivenciou algumas experiências sociais dentro de uma instituição.

Esse grupo, constituído por pesquisadores lidando com tecnologias, está inserido em uma sociedade capitalista com características de um país em desenvolvimento. Os confrontos interinstitucionais, tanto no país como fora, são inevitáveis para uma sociedade como a nossa e muito mais no cenário descrito. Esses confrontos acabaram por

fortalecer²⁴⁰ o grupo na busca para alcançar bons resultados por meio da carreira profissional. É uma questão de sobrevivência e sonho, realização pessoal, satisfação para a sociedade e para a família.

Acrescentemos à análise a influência da maior e mais bem conceituada universidade do país que é a USP. Uma grande parte dos pesquisadores pioneiros e seus seguidores diretos (segunda geração) são os atuais dirigentes da Instituição, oriundos da USP.

Por mais que a Instituição tenha ficado fechada, durante anos, para a universidade, acabou sentindo um reflexo da cultura universitária. Comentaremos, em outra passagem, que essa influência foi menor do que esperaríamos em outras condições, mas não foi nula.

Ao perguntarmos para um dos reitores da USP no período compreendido entre 1978 e 1982, Professor Doutor Waldyr Muniz Oliva²⁴¹, que foi também conselheiro do IEA, se a proximidade com a área de humanas fazia uma diferença para a universidade como um todo, ele nos respondeu que, sem sombra de dúvida, isso tornava a universidade mais flexível.

Lembremos que, embora o IEA/IPEN tenha no seu “currículo” momentos de grande autoritarismo e fechamento, enquanto instituição, teve e tem também um contato mais próximo com a área de humanas do que uma outra instituição que se localize fora de um Campus Universitário.

A facilidade de acesso aos jovens universitários que optaram por seguir carreira humanística, acabou por trazê-los para ocuparem a função de técnicos dentro da Instituição, ao menos enquanto não terminassem os seus estudos.

As atividades, sobretudo após o fim dos governos militares, que paradoxalmente coincidem também com a mudança das linhas de pesquisas centradas no ciclo do combustível, conjuntas entre os pesquisadores da casa e os pesquisadores da USP, também foram um foco, ao longo dos anos, para criar uma cultura ímpar da Instituição.

²⁴⁰ Acabaram por fortalecer, mas poderiam ter enfraquecido. O aspecto cultural do brasileiro e a formação dos pesquisadores foram fundamentais nesse caso.

²⁴¹ Entrevista gravada em 10/09/2003

Um pesquisador que trabalhe com desenvolvimento de tecnologias, com traços culturais de uma sociedade interna e externamente autoritária vê reforçada essa característica na instituição.

Quando estamos contidos nos limites de um feudo, mas enxergamos o feudo vizinho, por estar muito próximo a tudo que ocorre ao nosso lado, acabamos sentindo e incorporando o “ruído” que vem de fora. A USP, historicamente, é uma instituição habituada a contestar os cânones, estabelecidos ou não, que porventura não estejam em concordância com os princípios aceitos pela sua população (estudantes, funcionários e professores). Tudo isso que estamos discutindo tornou o IPEN uma instituição peculiar.

O IEA começou fundamentalmente com uma parcela de pesquisadores oriundos da USP; ganhou o seu próprio espaço e adquire sua própria personalidade, dadas as características das especificidades institucionais. Acabou por se desapegar da USP, ficou autônoma e, ao mesmo tempo, inserida no contexto do campus universitário.

A pós-graduação segue a USP e a ela pertence, mas com autonomia, com a sua própria comissão de pós-graduação, com os cursos e professores da casa. É a fusão de dois elementos que não são mais, nem um e nem o outro. Nesse entrelaçamento de culturas vinga o atual IPEN.

Acrescente-se ainda que na época dos governos militares os pesquisadores eram rastreados quanto a sua ideologia. Foi o período denominado “Pieroni”, ou seja, a direção da casa estava sob a superintendência de Rômulo Ribeiro Pieroni²⁴². Os candidatos a bolsas de estudos, lá pelos anos setenta, faziam um curso obrigatório de três meses. Os que se sobressaíssem eram aceitos desde que preenchessem os critérios adicionais impostos pela superintendência.

Era uma prática da época pedir-se atestado de antecedentes criminais para os candidatos a bolsista, mas em alguns casos em particular quando esses atestados ou demorassem a ser entregues ou mesmo não fossem entregues, o histórico ideológico do candidato era pesquisado. Logicamente, o candidato não tomava conhecimento desta pesquisa a não ser

²⁴² Tinha começado com o físico da USP Marcelo Damy de Sousa Santos e outros pesquisadores como o próprio Pieroni, Dr. Fausto Walter de Lima, Dr. José Goldenberg, etc.

que não fosse aprovado ideologicamente. A alegação para tal procedimento residia no fato da Instituição ser considerada zona de segurança.

Podemos mencionar outras influências marcantes, mas não podemos esquecer da grande proximidade entre o IEA/IPEN e a CNEN. A CNEN, sendo um órgão normativo e na maior parte do tempo o provedor do IPEN, acaba por influenciar as linhas de pesquisa da Instituição²⁴³.

Todas essas particularidades criaram, no pesquisador da instituição, uma característica especial de muito entusiasmo – eles tinham a convicção de que lidavam com uma tecnologia muito importante para a nação – e, uma enorme vontade de conseguir um lugar ao sol, serem reconhecidos como bons pesquisadores. Eles, na sua maioria muito jovens, trabalhavam na área nuclear por opção e vocação e não somente para terem um emprego.

Esta nossa análise está baseada nos trabalhos e nos discursos dos pesquisadores que analisamos. Não encontramos nos trabalhos qualquer crítica à instituição ou as suas linhas de pesquisa. Não detectamos nos trabalhos e entrevistas qualquer análise de cunho político com, exceção daqueles poucos pesquisadores que participam da associação de classe da Instituição (ASSIPEN) já no final dos anos setenta. No entanto, um deles²⁴⁴ nos relatou que, inicialmente, a sua vida partidária era fora da Instituição e que não se deixava “ver” como pertencente a um partido político.

Alguns pesquisadores relataram que, quando a superintendência estava sob a chefia do Doutor Pieroni - coincidiu com o período dos governos militares - apesar da grande admiração pelas qualidades desse dirigente e pesquisador, sentiam-se constrangidos por algumas de suas características gerenciais. Eram outros tempos, onde, dada a conjuntura nacional e internacional a preocupação com a ideologia do pesquisador era maior – não podiam ser engajados em política mesmo que fora da Instituição – e assim também a rigidez com os passos e opções de vida pessoal do pesquisador. Tudo era motivo de

²⁴³ “No plano científico tecnológico, a CNEN executa atividades de pesquisa e desenvolvimento nas mais diversas áreas de aplicação de energia nuclear para fins pacíficos. As atividades de pesquisa e desenvolvimento, na CNEN, estão sob a responsabilidade da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, a qual compete orientar, coordenar e supervisionar a execução de todas as atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de reatores nucleares, ciclo do combustível, instrumentação e controle, aplicação de técnicas nucleares, produção de radioisótopos, materiais de interesse nuclear, rejeitos radioativos e materiais irradiados”. Relatório do Doutor Antonio Barroso quando era Diretor da DPD da CNEN enviado por e-mail. Não publicado.

²⁴⁴ Entrevista gravada em 2002 com Hidetoshi Takiishi.

suspeita e repreensão, mesmo o atraso de um minuto no cartão de ponto na hora da entrada. Chegava-se ao extremo de não ser possível sair da Instituição para se fazer pesquisa bibliográfica sem a autorização da chefia, por escrito, e com visto da superintendência. Tudo passava pela mão da superintendência. Para um ambiente de pesquisa isso é um fator limitante. Imaginemos o pesquisador analisando os seus resultados e querendo pesquisar em uma revista que não constava na sua biblioteca: teria que esperar a autorização para no mínimo no dia seguinte. Isso é desestimulante, mas mesmo assim era feito. A imaginação criadora, mesmo que racional, não coloca o despertador para começar a criar.

*“Você tocou em vários aspectos de grande importância. Em poucas palavras eu diria que o cientista tem dois papéis importantes. O primeiro é desenvolver conhecimento, tem quem gerar conhecimento senão não é um pesquisador. O segundo papel é difundir esse conhecimento. (...). Tem que gerar, difundir e ensinar. (...). Fazendo um paralelo com a questão que você colocou da timidez do IPEN, de fato nos somos um instituto que pela nossa história, nós tínhamos um único cliente (**o Estado**) e uma instituição voltada para dentro. Éramos pouco incentivados a “olhar” para fora. Pelo contrário, se tinha uma interação para fora era até mal visto dentro da organização. Isso gerou de fato uma timidez. Teve momentos, que no espaço da USP, quando eu encontrava com algumas pessoas e me perguntavam aonde que eu trabalhava, quando eu respondia que era no IPEN escutava: você consegue trabalhar no IEA, aquele lugar é uma ditadura. (...) sempre eram ressaltados somente esse aspecto negativo da Instituição.(...) o Doutor Claudio (**superintendente do IPEN, primeira gestão**) deu duas grandes contribuições. A primeira foi nos conduzir para os grandes projetos que não era uma cultura da casa. Eles começaram na década de oitenta que agregou todas as atividades e “inteligências” do IPEN. Conseguimos agregar os (**pesquisadores**) (...) em torno de um grande projeto. (...) Várias pessoas contribuíram (...), mas vejo que a do Doutor Claudio foi bastante destacada. (...). Agora na última gestão foi fazer o “link” do IPEN com a comunidade. Fortalecer bastante a nossa relação com a USP. Hoje se você está na USP e fala que é do IPEN o pessoal fala “Que legal!”, (...) nos anos setenta tínhamos uma imagem negativa (...) Temos que reconhecer que o professor Pieroni, em que pese todas essas questões de natureza de gestão administrativa do IPEN, que eram de fato obsoletas, preparou o IPEN para dar o “salto” seguinte²⁴⁵.*

Podemos dizer que entravam, na instituição, mais pessoas ideologicamente de centro do que de esquerda? Não temos dados suficientes para essa afirmação. Nem é nossa pretensão ir buscá-los. Suspeitamos que a maioria se calava e aí temos dados para afirmar, pois enquanto a universidade se movimentava contra o acordo internacional entre o Brasil e a Alemanha, os nossos pesquisadores ficavam calados. Embora não tendo realizado uma análise quantitativa da razão dessa falta aparente de manifestação de opinião, supomos que

²⁴⁵ Paschoal, José Octávio Armani. Pesquisador do IPEN desde 1970, engenheiro de materiais formado pela Universidade Federal de São Carlos e doutorado na Alemanha. Entrevista concedida e gravada em 01/04/2003.

ela é um reflexo das contradições impostas por uma forma autoritária de gerenciamento e a vontade de permanecer na Instituição, trabalhando em uma área tão promissora para a sua carreira. Logicamente essa suposição não é mera imaginação e se baseia nos depoimentos que foram dados após tantos anos de trabalho sobre a maneira como alguns superintendentes antigos gerenciavam o Instituto.

O fato de que a energia nuclear, além de ser benéfica como futura opção para a produção de energia²⁴⁶, tenha ainda muitos campos de aplicação para serem explorados, é que a torna uma área promissora. Poderemos vislumbrar isso nas linhas de pesquisa das instituições que trabalham com o nuclear inclusive o IPEN.

Iremos apresentando os trabalhos desenvolvidos, ao longo da vida da Instituição, conforme o tema tratado. Por enquanto selecionamos alguns comentários e trabalhos que foram realizados, tanto no IPEN como em outras instituições, visando a fundamentar a importância dada pelos pesquisadores para a área nuclear.

“Os pacientes com o sistema imunológico enfraquecido que precisam ser submetidos a transfusões de sangue ou a transplante de medula óssea contam com uma importante ferramenta de garantia de qualidade do material sangüíneo recebido: a irradiação. O serviço é realizado pelo Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) em Belo Horizonte, Minas Gerais, desde 1997 e diminui as chances de rejeição do sangue por parte do receptor²⁴⁷”.

Esse é um tipo de aplicação que nos lembra as primeiras experiências do grupo do professor Pieroni na radiobiologia.

²⁴⁶ Hoje, ainda no início do século XXI só visualizamos como fonte de energia promissora tecnologicamente para o futuro a utilização da energia despendida no processo de fissão e fusão nucleares. “A questão da energia pode ser vista em três fases temporais. Na atual fase há combustíveis fósseis em abundância e potenciais hídricos são disponíveis em diversas regiões do mundo. A segunda fase envolve o esgotamento do petróleo das fontes convencionais, do gás natural e dos potenciais hídricos, previstos nos meados deste século. Permanecem disponíveis o carvão, parte do petróleo que não é extraído atualmente e os hidrocarbonetos de outras formas como areia de alcatrão e xisto. O potencial dos combustíveis fósseis não convencionais é grande, mas a parte acessível será esgotada algum dia. Na terceira fase estarão disponíveis, para uso da humanidade, somente a energia solar e em diversas formas, a energia de fissão do urânio e tório, a energia geotérmica, a energia da gravidade na forma de marés e a energia de fusão (...) A humanidade precisará mais cedo ou mais tarde, do reator rápido que assegurará uma fonte de energia limpa e inesgotável. O Brasil precisa intensificar a utilização da energia nuclear, inclusive o reator rápido (...) Reatores rápidos podem aproveitar 80 a 90% do potencial energético do urânio natural, enquanto reatores térmicos utilizam menos de 1%”. Ishiguro, Yuji (2000). Fontes de Energia para a humanidade e o papel do reator rápido. “Em setembro de 2000, num simpósio organizado pela ONU, e mais tarde endossado pela IAEA, foi proposta a busca de um novo padrão de reatores nucleares de potência, que passaram a ser referenciados como Reatores Nucleares de IV geração. Reatores esses que atenderiam não só às exigências de segurança inerente, mas impossibilitariam definitivamente a proliferação de armas nucleares, sendo economicamente competitivos”. Bastos, Wilma dos Santos (2002). Uma introdução a reatores rápidos de IV geração.

²⁴⁷ Aranha, Fábio (2002). Irradiação garante a qualidade do sangue. Brasil Nuclear número 24 (jan-mar 2002).

“Mais de 300 hospitais e clínicas do Brasil e da América Latina recebem semanalmente 21 produtos radioativos e 15 tipos de reagentes liofilizados, utilizados em 1,7 milhão de procedimentos médicos. Os números do Centro de Radiofarmácia do Ipen refletem um trabalho que a classe médica conhece regularmente desde 1959”²⁴⁸.

O Instituto, pela sua própria estrutura operacional, optou pela produção de radiofármaco e radioisótopo e vem exercendo a contento essa atividade.

“O Departamento de Radiometria Ambiental do Ipen desenvolve pesquisas, métodos e medidas para averiguar a existência e a concentração de radionuclídeos em determinado meio”²⁴⁹.

Vários Institutos da CNEN se ocupam dessa atividade e cada um deles necessita ter um grupo local que realize pesquisas na área assim como cumprir um programa de monitoração ambiental que seja preventivo, ou seja, que atue nas condições normais de operação.

“Os efluentes industriais antes de serem lançados ao meio ambiente passam por processos visando eliminar ou minimizar possíveis efeitos tóxicos. Em uma lagoa de tratamento de efluentes, por exemplo, um dos parâmetros mais importantes é a distribuição do tempo de residência. Aplicar traçadores radioativos permite conhecer informações importantes sobre o funcionamento do sistema, como existência de trajetórias preferenciais e zonas de estagnação do fluxo na lagoa. Esse trabalho, já realizado para a SABESP, estará sendo feito para a mesma empresa em 2002 pelo Centro de Tecnologia das Radiações do Ipen”²⁵⁰.

Poderíamos continuar por páginas e páginas, e não só de maneira resumida, como o fizemos aqui, descrevendo os exemplos de aplicação que a área nuclear proporciona à vida do ser humano. No entanto, além de não estarmos desenvolvendo um trabalho técnico isso fugiria dos nossos objetivos principais.

Ora, com tão poucos exemplos, já podemos pensar em defender que a área nuclear deveria ter amplo apoio, com políticas científicas e tecnológicas adequadas – devemos nos preocupar em fortalecer as Instituições assim como incentivar seus pesquisadores, se quisermos sair do “eterno” estigma de país em desenvolvimento²⁵¹.

²⁴⁸ Órbita Ipen (nov./dez 2000). Tecnologia em radiofármacos, p. 5.

²⁴⁹ Órbita Ipen (julho/agosto 2001). Análises de níveis de radioatividade garantem integridade do meio ambiente, p. 3.

²⁵⁰ Órbita Ipen (nov./dez 2001). Traçadores Radioativos permitem estudar processos industriais, p. 3.

²⁵¹ Um certo parâmetro indicativo da indecisão para o rumo que deverá tomar a área e a própria Instituição pode ser vislumbrado quando somente após praticamente cinco meses de empossado (final de maio de 2003) que o governo “Lula” indicou o novo presidente da CNEN. Arelado a isso o IPEN também ficou num “compasso de espera”.

Veremos que, ao longo da segunda metade do século XX, a Instituição passou por períodos diferentes tendo momentos de amplo apoio e outros com total falta de incentivo - analisaremos ambos com um olhar crítico.

Ainda hoje, neste ano de 2003, após mais de uma década de dificuldades financeiras para as pesquisas na área nuclear, sobretudo para aquelas ligadas ao ciclo do combustível, volta-se a falar em apoio governamental, mas que por enquanto ainda não se fez presente. Quando assumiu o Ministério de C&T, no início do governo de Luiz Inácio Lula da Silva, Roberto Amaral deu algumas declarações à imprensa que causaram algum burburinho em escala internacional. Parecia que iria adotar uma linha de apoio mais eficaz para a área nuclear, mas que efetivamente até o final do ano 2003, ainda não se fez sentir.

Quando recém empossado, o ministro de C&T Roberto Amaral, um novato na área, declarou:

“Não tem ciência aplicada se não tem ciência. Não adianta pensar em pesquisa aplicada se não estou aumentando o número de doutores e mestres²⁵², se não estou melhorando os laboratórios”.

Qualquer pesquisador ficaria contente com essa declaração se ela não ficasse somente no discurso. Amaral defendia o desenvolvimento de tecnologia na área nuclear e esclarecia após uma grande controvérsia que a pesquisa visava, principalmente, a área médica e a área de geração de energia. Ainda esclareceu que o país:

“Não pode construir armas atômicas” embora na sua declaração alegue que *“a ciência é a mesma e o que difere é a aplicação”*.

O ministro causou um tremendo mal estar, até com pronunciamentos dos dirigentes da AIEA. Afirmamos que a questão tecnológica é bem diferente de dominar o conhecimento teórico. Continua o ministro:

“A prioridade são os radioisótopos (...), são dois milhões de brasileiros que se beneficiam com isso (...)²⁵³”.

²⁵² Uma das grandes competências da Instituição que teve início logo com a sua criação.

²⁵³ Amaral, Roberto (2003). Folha de São Paulo. Política Científica. Ministro pretende nacionalizar a ciência. Pág. A10. 08/01/2003

Não sabemos se esse discurso serviu para acalmar as desconfianças provocadas pela suas declarações e que causaram na comunidade internacional um medo de que partiríamos para desenvolver artefatos nucleares ou se ela está inserida na visão que o MCT tem a respeito dos objetivos do IPEN, ou seja, somente desenvolver produtos imediatamente vendáveis e que nos são permitidos dentro da política para C&T dos países desenvolvidos.

Não podemos deixar de frisar o importante papel do IPEN com suas pesquisas, desde sua criação, transformando, em alguns casos, ciência e tecnologia em produto para o bem da sociedade – falaremos ao longo do trabalho, nos períodos estudados, dessa atividade pioneira da Instituição na produção de radioisótopos e radiofármacos.

Ainda, sem apologia, devemos ressaltar o papel da Instituição na formação de quadros – técnico e superior – para o exercício da atividade nuclear no país. A Instituição, desde o seu início, viu-se sensibilizada para seu papel educacional. Segundo o depoimento do chefe da Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica, Dr. José Roberto Rogero, a conclusão de um trabalho de tese, sob sua orientação, da pesquisadora Márcia O. Pupak é que além do importante papel na formação de pessoal qualificado o ensino foi uma das vias de transmissão e manutenção dos valores do IEA/IPEN.

Já em 1957, segundo o relato de um dos seus pesquisadores eméritos, Dr. Alcídio Abrão²⁵⁴, ocorreram os primeiros cursos para a formação de técnicos em energia nuclear. Considerando que a sua criação se deu em 1956, é realmente notável que no ano seguinte a Instituição já estivesse preocupada com a formação de pessoal para atuar na formação de especialistas nas aplicações pacíficas da energia nuclear, muito embora, isso constasse dos objetivos iniciais do IEA, conforme publicação IEA-01(1958). No ano seguinte, o reator que havia ficado crítico em 1957²⁵⁵, foi disponibilizado para cursos em Energia Nuclear da

²⁵⁴ Palestra proferida pelo Dr. Alcídio Abrão por ocasião do aniversário do IPEN em agosto de 1996. Ainda segundo relatório da atual Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica de 06/11/2002: “As décadas de 60 e 70 foram decisivas para a inserção do IPEN no contexto do ensino superior e da formação de técnicos de nível médio, nas áreas de competência do Instituto. Diversos fatos críticos podem ser relacionados como os mais marcantes para a história do IPEN, tendo o ensino como uma de suas atuações principais”.

²⁵⁵ Ver Publicação IEA -1. Lembremos que a situação de criticalidade é o ponto em que uma reação nuclear se torna auto-sustentável. É o que ocorre dentro de um reator nuclear como o IEA-R1m. Uma condição importante para um reator entrar em operação é ele atingir o estado de criticalidade. Este estado é caracterizado pela ocorrência da reação em cadeia de fissão dos núcleos, no caso do reator de Angra por exemplo, de urânio-235. Esta reação ocorre da seguinte maneira: Ao fissionar, o núcleo se divide em núcleos menores (normalmente dois), denominados de fragmentos de fissão, que carregam quase 90% da energia liberada na reação sob a forma de energia cinética e excitação nuclear; além dos fragmentos, são liberados dois a três nêutrons e radiações gama; Os nêutrons de alta energia, após uma seqüência muito

Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais, do curso de Engenharia Nuclear do IEA e para o curso de Engenharia Nuclear da Escola Técnica do Exército.

Ainda em 1958, foi ministrado, junto com a Primeira Clínica Médica do Hospital das Clínicas, o primeiro curso sobre aplicação à propedêutica médica de São Paulo. Fruto do interesse e atuação da Instituição na área de ensino, em 11/02/1960, por meio do decreto Estadual 36.262, o IEA passa a integrar o Sistema Estadual de Ensino Superior como um Instituto Complementar da Universidade de São Paulo.

Segundo o que estamos defendendo, o IPEN estava totalmente envolvido em ser um grande pólo de desenvolvimento da energia nuclear, e isso não poderia ocorrer sem o apoio de pessoal especializado na área²⁵⁶. O Dr. José Roberto Rogero²⁵⁷ nos dá um depoimento que bem demonstra o papel do IEA/IPEN na formação de quadros para a área nuclear:

“Eu vim para o IPEN pela primeira vez, em 1971. Ainda era estudante de Farmácia na USP. Durante o meu curso eu tinha freqüentado uma disciplina que se denominava “Metodologia de Aplicações de Radioisótopos”. Foi a primeira vez que eu tive contato com o assunto “radiação” na minha vida. Essa disciplina era coordenada, na época, pelo Dr. José Carlos Barbério e pelo atual diretor da Embrarad, Dr. Dirceu Vizeu. (...) Trabalhei como monitor do professor Barbério que me convidou para vir para o IPEN. Estava ainda no último ano da faculdade de Farmácia. Naquela época todos os que vinham para o IEA tinham que conversar com o professor Pieroni. Este centralizava todas as informações, ele era o grande

longa de colisões com os núcleos da água do circuito primário, da estrutura do vaso de pressão, do elemento combustível e, principalmente, com átomos do moderador (água, concreto) reduz sua energia cinética (termalizam) até que a velocidade atinja um valor de 2 200 m/s; Estes nêutrons, denominados de nêutrons térmicos, têm alta probabilidade de ser capturados pelos núcleos de U-235 que, se transformam em U-236, instável, que inicia movimentos de vibração em torno da forma esférica, aumentando gradativamente da sua deformação, até que atinge um formato de um "oito" e, então, se separa em dois fragmentos; Conforme a massa e nível de enriquecimento de U-235, formato do vaso de pressão, a quantidade de núcleos que fissionam vai crescendo gradativamente até atingir um nível de "auto-sustentação", ou seja, um estado de criticidade; Neste estado a taxa de reações de fissão é bastante grande e o fluxo de nêutrons disponível é suficiente para manter esta taxa; o fluxo de nêutrons (n/cm^2s) é controlado por barras de controle que têm a propriedade de absorver nêutrons com maior probabilidade que o U-235 e, assim, controlar a taxa de fissão ou a potência do reator. Essa explicação simplificada pode ser encontrada com mais detalhes e mais aprofundada nos livros de física de reatores nucleares e mesmo alguns de física nuclear. Kaplan, Irving.(1954). Física nuclear. Espanha. Aguilar.

²⁵⁶ O documento preparado pela DE&ICT destaca alguns dos importantes cursos ocorridos no IEA/IPEN nas décadas de 60,70 e 80: Instrumentação eletrônica (1968 à 1982) com 93 alunos formados; Radioproteção e dosimetria (1970 à 1982) com 68 alunos formados; operador de reator (1971 à 1982) com 44 alunos formados; laboratório de radioisótopos e radiações (1975 à 1982) com 38 alunos formados; habilitação profissional de técnico em mecânica ((1981 e 1982) com 12 alunos formados; Habilitação profissional de técnico em metalurgia (1981 e 1982) com 10 alunos formados. Na década de 60 ainda foi oferecido o curso de Ciência e Engenharia Nuclear em nível de especialização “Lato Sensu” com 1440 horas em associação com a Escola Politécnica da USP. As disciplinas oferecidas seriam, anos mais tarde, incluídas na grade curricular do curso de pós-graduação do IEA/IPEN. Outros cursos, ainda na década de sessenta foram ofertados: Metodologia e Aplicações clínicas de radioisótopos em cooperação com a Primeira Clínica Médica da Faculdade de Medicina da USP; radioquímica em cooperação com o Departamento de química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP; Aplicações de Radioisótopos e Radiações à Terapêutica com o fito de atender à demanda da classe médica que sempre foi uma parceira importante do IEA/IPEN. Relatório da atual Diretoria de Ensino e Informação científica e Tecnológica de 06/11/2002.

²⁵⁷ Entrevista gravada em 28/03/2003

dirigente e funcionava tudo na cabeça dele. (...) Pieroni disse que estava montando uma nova estrutura no IEA e que estava convidando um professor aposentado da USP para assumir essa nova estrutura e que ele preferia que eu fosse trabalhar lá. (...) fui chamado para uma entrevista com o professor José Moura Gonçalves, bioquímico que tinha sido diretor da Faculdade de Ribeirão Preto de Medicina”.

Gerhard Jacob²⁵⁸, autor de vários trabalhos na série Publicação IEA e que anos mais tarde foi presidente do CNPq (1990-1991)²⁵⁹, em uma entrevista para o CPDOC da Fundação Getúlio Vargas, relata que participou do curso de preparação para a instalação do primeiro reator nuclear no Brasil, ministrado no Instituto de Energia Atômica em 1956, e realizou nessa época pesquisas no IEA, sob a orientação do professor Paulo Saraiva de Toledo, chefe da Divisão de Física de Reatores no final dos anos cinquenta e nos anos sessenta²⁶⁰.

Em 1964 surgem as primeiras iniciativas para a pós-graduação no IEA num convênio com a Universidade. Nessa época é redigido um ofício ao então superintendente do IEA, Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni (ofício RQ-I.114/64). Em 1969 é instaurado um convênio com a Escola Politécnica da USP para que pudesse ser instituído um curso de pós-graduação para os pesquisadores e bolsistas do IEA.

Finalmente em 08/07/1976, por meio do decreto estadual número 8.181, do governo de Paulo Egydio Martins, no artigo primeiro, parágrafo terceiro o IEA é vinculado à Secretaria da Cultura, Ciência e Tecnologia para fins didáticos e científicos, associando-se à USP. O IEA tem, desta maneira, aprovado o seu regulamento de pós-graduação na área de Concentração e Tecnologia Nuclear, sendo reconhecido pela Câmara de pós-graduação da USP e logo em seguida pelo Ministério de Educação e Cultura. No ano seguinte é aprovada a segunda área de pós-graduação no IEA de Reatores Nucleares de Potência e Tecnologia do Combustível.

A pós-graduação do IEA/IPEN cresceu e foi formando mestres e doutores. Em 1996 já tinham sido defendidas 803 dissertações e teses, como resultado desse esforço que começou com a idéia de que desenvolveríamos a área nuclear em nosso país. Todos os

²⁵⁸ Foi pesquisador associado do IEA de 1956 a 1968

²⁵⁹ Motoyama, Shozo - organizador (2002). 50 anos do CNPq, contados pelos seus presidentes.

²⁶⁰ Gerhard Jacob. Entrevistas CPDOC. Site: http://www.cpdoc.fgv.br/historia/asp/idx-ho_ce_popce.asp?cd_ent=476. Jacob, Gerhard (1958). On the diffusion of neutron in moderating and multiplying media with a periodic neutron source. Publicação IEA – 12. Dillenburg, Darcy; Jacob, Gerhard; Toledo. P. Saraiva. (1960). A reação $\text{Be}^9 (n,2n) \text{Be}^8$ em reatores térmicos heterogêneos moderados a berílio. II- Cálculo do fator de efeito rápido. Publicação IEA - 9

pesquisadores do IPEN são os responsáveis por esse imenso desenvolvimento e citamos alguns dos primeiros pesquisadores da Instituição, juntamente com a área em que trabalhavam no IEA: Marcello Damy de Souza Santos (física nuclear), Fausto W. Lima (radioquímica), Tharcísio Damy de Souza Santos (metalurgia), Alcídio Abrão (engenharia química e radioquímica), Shigueo Watanabe (física da matéria condensada, ciência dos materiais), Constância Pagano (radioquímica), Rômulo Ribeiro Pieroni (radiobiologia e física médica), José Carlos Barbério (radiobiologia), Bernardo Wajchenberg (radiobiologia), Julio Kieffer (radiobiologia), Willian Nicolau (radiobiologia), Ruy Ribeiro Franco (geologia), sendo que, este último, teve um papel destacado na constituição da pós-graduação do Instituto.

Em maio de 2003, contávamos com 1256 trabalhos e dissertações, incluindo o mestrado profissionalizante - Lasers em odontologia iniciado em agosto de 1999. Nos números acima estão incluídas as teses de doutoramento e todas são consideradas produção do IEA/IPEN (pesquisadores da Instituição ou bolsistas), independentemente se elas foram defendidas no IPEN, ou não. Lembremos que anteriormente tivemos convênio com o Instituto de Química, Poli, etc.

Interessante é analisarmos os temas desses trabalhos por períodos que refletem, de certa maneira, a linha adotada pela Instituição levando em conta um intervalo em torno de cinco anos, que é o período médio (anterior ao ano de 1997) no qual se realizava o mestrado e seis a oito anos para o doutoramento. Após o novo prazo para o término levaremos em conta três anos para o mestrado e quatro a cinco anos para o doutoramento. Isso significa que, o momento da gestação da idéia para as dissertações e teses pode ter ocorrido quando a linha de pesquisa ainda era importante para a comunidade científica e tecnológica, do IPEN.

Um exemplo típico refere-se aos anos oitenta quando na área do ciclo do combustível ainda era alocada muita verba para as pesquisas e, no início dos anos noventa, quando, provavelmente, o trabalho estava terminando, a Instituição já não dispunha dos mesmos incentivos para a pesquisa nesse campo. Em cada período, posteriormente, faremos um balanço dos trabalhos apresentados na Instituição, dividindo-os por áreas de interesse.

Voltando à questão da transformação de ciência e tecnologia em produto para o bem estar da sociedade, deve-se salientar que não estamos fazendo a defesa do pragmatismo, uma vez que é preciso uma teoria que dê sustentação à prática – uma das características da ciência moderna.

Ao mesmo tempo, parece-nos interessante mostrar que aquela característica, de cultura retórica²⁶¹, não é a única responsável pelo nosso atraso tecnológico. Têm mesmo aqueles que pretendem ver a possibilidade de aproveitarmos o lado positivo, desse aspecto cultural do brasileiro.

Em um ensaio específico sobre a posição do Brasil na era nuclear de 1959, feito pela CNEN²⁶², cita-se o professor Borisas Cimpleris:

“Entre nós, tudo está apenas começando e teremos tempo, se quisermos, para tentar o estabelecimento de uma tradição própria. Cremos mesmo que bastaria um estreito intercâmbio entre a usina, o laboratório e a universidade para que o equilíbrio entre a produção e a disseminação dos conhecimentos seja preservada. Temos de atentar, talvez, para outro extremo, a saber, o da cultura demasiado dispersa e discursiva. Neste mal latino está, talvez, o antídoto à excessiva especialização”.

Em muitos casos nos tornamos tão específicos que perdemos a noção do todo e nos bitolamos. Para o autor acima os brasileiros correm um menor risco de que isso ocorra. Concordamos com ele quando nos lembramos que por sermos poucos acabamos tendo que entender de tudo um pouco. Vamos encontrar os pesquisadores da Instituição publicando trabalhos em vários campos diferentes. Essa característica será comentada em detalhes no decorrer deste trabalho junto às questões sobre pragmatismo e imediatismo na política científica e tecnológica para o Brasil. Esta tríade influenciou a vida da Instituição? A resposta para a nossa pesquisa apresentaremos nos capítulos sobre os trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores da Instituição ao longo dos seus quase cinquenta anos.

No entanto, desde já alertamos que a criação do IEA foi importante para aliar a teoria com a prática na área nuclear, muito embora a história deste Instituto revele momentos diferentes em sua curta existência.

²⁶¹ Estamos tratando do discurso que é hábil em empregar a linguagem para impressionar .

²⁶² CNEN (1959). Separata do “ O observador econômico e financeiro”, número 280, sem paginação.

Outra questão que se coloca para o pesquisador é a percepção de que o seu trabalho do dia-a-dia, também tem implicações filosóficas e sociais. No entanto, muitos pesquisadores na área de ciência e tecnologia não se preocupam com isto, pois ficam, praticamente, absorvidos com o trabalho cotidiano entremeado pela luta e busca de verbas para sua pesquisa.

Muitas vezes, a aparente falta de verba para um instituto, ou uma área de pesquisa, é um meio de pressão e é um reflexo de uma opção política que não está isenta de interesses, seja do poder político, econômico, mais geral ou mesmo de interesses particulares e todos aqueles “atrelados” à classe dominante do país. No caso do IPEN veremos que isso ocorreu em alguns momentos dentro da Instituição.

Algumas linhas de pesquisa foram mais sensíveis a esses reveses do que outras. Alguns pesquisadores foram mais tocados do que outros justamente por estarem envolvidos nas linhas de pesquisas que “sofreram” com a dança de interesses.

Nesse vai-e-vem de forças, muitas pesquisas promissoras são abandonadas e quem perde é a sociedade como um todo – o que é uma pena – sem que se dê conta de tal malefício. Muitas vezes, o trabalho nem foi finalizado e não chega a deixar registros; outras vezes, mesmo quando é registrado em forma de relatório ou trabalho, acaba se perdendo numa estante de biblioteca ou em uma escrivaninha, isso quando não é jogado fora devido à pouca cultura que temos de preservar a nossa história.

O IPEN, uma Instituição à beira de completar cinquenta anos não tem ainda um arquivo bem instalado, um local apropriado para contar sua história.

Em 2002 houve uma sugestão, dentro de um “programa de sugestões” da Instituição, para que se compusesse uma comissão responsável por idealizar e gerenciar um museu da área nuclear no IPEN. A sugestão foi aplaudida pela superintendência, na pessoa do Doutor Claudio Rodrigues, e outros diretores que imediatamente propuseram os nomes dos participantes da referida comissão. Esta primeira iniciativa salutar, que partiu de uma pesquisadora do IPEN e que foi bem recebida, reflete uma nova forma de gerenciar a Instituição nos últimos tempos. Essa característica é positiva, a nosso ver, embora existam

outras que não o sejam, como por exemplo, nos últimos tempos, aqueles coincidentes com a linha ideológica neoliberal²⁶³.

O próprio trabalho que ora desenvolvemos é um reflexo positivo dessa “abertura”, da Instituição, para os aspectos que não só aqueles ditos técnicos e sim também aqueles que valorizam uma cultura humanística. Defendemos que esse é um ganho devido ao amadurecimento da Instituição que reflete na cultura de seus pesquisadores.

Esse caminho na direção de valorizar uma cultura humanística é um reflexo da saturação da segunda e terceira gerações de pesquisadores, contra o fechamento da Instituição, ocorrida no período entre os anos sessenta e final dos anos oitenta (com a passagem do governo da república para a direção dos militares brasileiros nos anos sessenta e depois o retorno para a mão de civis eleitos democraticamente). A segunda influência para esse “fechamento” da Instituição ocorreu por causa do caráter estratégico militar, que alcançou as pesquisas no âmbito da energia nuclear, principalmente entre o final dos anos setenta e o início dos anos noventa, ainda como um reflexo da particular aliança do IPEN com a Marinha nos anos oitenta.

Outra característica marcante da Instituição está ligada, paradigmaticamente, à fidelidade que os jovens que iam ingressando no IEA tinham para com aqueles que os tinham indicado para preencherem os quadros da Instituição ou recebido e aceito quando aqueles procuravam a Instituição. Explicamos: só muito recentemente ocorreu a entrada de pesquisadores mediante concurso (1994,1998 e 2002) e após essas datas foram realizados concursos de admissão para assistentes em C&T, analista em C&T júnior, analista em C&T pleno, procurador federal, técnico de nível-1 e técnico de nível-2, tecnologia júnior, tecnologia pleno, assistente de pesquisa e pesquisador adjunto. Entraram desde então 27 assistentes de pesquisa, 16 pesquisadores adjuntos, 27 tecnologistas (júnior), 14 tecnologistas (pleno), 4 tecnologistas (sênior), 24 técnicos nível-1, 6 técnicos nível-2, 8 assistentes em C&T, 17 analistas em C&T (júnior), 2 analistas (pleno), 3 procuradores federais, perfazendo um total de 148 contratados.

²⁶³ Infelizmente, ainda no final de 2003, a proposta não foi nem sequer iniciada por uma série de problemas, entre outros falta de tempo. O número de pesquisadores da Instituição vem diminuindo (ver anexo II) e aqueles que ainda estão na Instituição têm as suas obrigações consequentemente aumentadas.

Até o período em que foi instituído o concurso para ingresso (lei número 8112 de 11/12/1990, artigo 11 e 12, seção III), os pesquisadores eram indicados por seus professores por terem se destacado. Ao buscarem o caminho da pesquisa ingressavam na Instituição por terem bons currículos.

Em compensação os melhores profissionais, normalmente, ingressavam na Instituição. Ao lado disso, em agradecimento, acreditamos, que alguns continuavam fiéis às idéias dos seus orientadores com pouco aspecto crítico e provocando a não renovação das idéias. Não podemos deixar de mencionar que um gerenciamento autoritário acaba conduzindo a uma obediência que dispensa aspectos críticos que por sua vez gera falta de criatividade.

Que fique bem claro que não estamos, de forma alguma, pregando o desrespeito, mas analisando o processo de renovação das idéias que surgem com as novas gerações. Isso, de certa forma, sedimentou uma maneira de transmitir valores para a Instituição, que foi muito boa nas suas condutas positivas (disciplina, fidelidade, amor pela pesquisa.) e ruim em seus aspectos negativos como, por exemplo, a resistência à busca de verbas junto aos órgãos de fomento no início da Instituição quando essa prática era pouco realizada.

Tivemos pesquisadores que, por caráter pessoal, foram dos primeiros a recorrer, por exemplo, a essa busca de verbas, que não somente àquelas vindas diretamente dos ministérios e da CNEN ou eventualmente da AIEA.

Estes pesquisadores, logicamente, acabaram, individualmente, influenciando seus orientados, mas, no início isso foi raro. Citamos como exemplo o Doutor Spero Penha Morato que, já na segunda metade da década de setenta, recorria à FAPESP para financiar os seus projetos mesmo que, segundo seu próprio depoimento, o Doutor Pieroni não visse com bons olhos essa atitude.

Esta maneira de pensar foi mudando a partir dos anos noventa quando a verba, vinda do ministério via CNEN, se tornou escassa e era, sobretudo, para atender a área de produção de radioisótopos, ainda que sendo mínima e causando problemas.

Vejamos alguns comentários interessantes entre uma série de mais de 30 depoimentos.

“A minha experiência na instituição data de longa data. Comecei aqui como bolsista, quando ainda era estudante de física em 1967 e me aposentei próximo de 1996. O professor Pieroni tinha criado a radiobiologia. (...) Eu fui trazido para o IPEN pelo professor Paulo Leme, um físico que tinha sido meu professor no colegial. (...) O professor Barbério vendo que eu tinha algum valor sugeriu ao professor Pieroni que eu fosse agraciado com uma bolsa de iniciação científica, que naquela época era arcada pela CNEN. Em 1972/1973 o professor Bernado Wajchenberg trouxe para a radiobiologia (seu laboratório) a Doutora Rosalyn Yallow. Esta pesquisadora ganhou o prêmio Nobel em 1977 pelo desenvolvimento do radioimunoensaio²⁶⁴”.

O Doutor Carlos Henrique Mesquita que nos relata uma de suas experiências continua atuando como colaborador, ministrando aula, orientando e pesquisando só que em outra área como veremos a seguir do seu relato.

*“Lá por volta de 1972/1973 nós já estávamos fazendo também radioimunoensaio. (...) foi uma área de pesquisa que revolucionou o conhecimento das ciências biológicas e muito particularmente da endocrinologia, da gastroenterologia e de muitas áreas do conhecimento biomédico (...). Somente no ano de 1977 é que o Doutor Pieroni se empenhou para que o IPEN produzisse os “kits” de radioimunoensaio. Então eu comecei, (...) para fazer esse radioimunoensaio e montamos toda a estrutura. Tivemos alguns problemas administrativos (...) Na oportunidade começamos, a Doutora Margarida M. Hamada, que foi minha colaboradora, e eu a preparar o primeiro “kit” de insulina (para estudo de diabéticos) e começamos a comercializá-lo. Teve um sucesso e a indústria Biobrás comprava produtos marcados. Nós marcávamos e eles compravam. Quando fizemos esse “kit” demos um caráter bem profissional. Todos os frascos bem rotulados, com símbolo da Instituição e para cada “kit” um manual de utilização. Era marcada com I-125. (...) Os próximos passos seriam o de produzir um dos ensaios mais requisitados na época que era o ensaio de T_3 -Triiodotiroxina que é um dos hormônios produzidos pela tireóide e o T_4 – tiroxina – que também é um hormônio produzido pela tireóide. (...) Com o Doutor Kieffer pedindo demissão, fiquei numa posição que não sabia para onde ir (...). Nesse ínterim os “kits” foram abandonados. (...) Antes da morte da nossa contribuição a essa atividade a indústria Biolab, que produz e exporta insulina para os EUA, instalada em Montes Claros (...) solicitou à direção do IPEN para que nós pudéssemos transferir a tecnologia diretamente para eles. Fomos então, um dos técnicos que trabalhava comigo – José Augusto Carim – e eu para Montes Claro, transferindo a tecnologia para eles e isso (**não tem registro**) foi uma contribuição altruísta do IPEN. (...) passamos a tecnologia do controle que eles usaram no controle da insulina que eles produziam e que boa parte era para a exportação para o laboratório Lille nos EUA ²⁶⁵“.*

Este trecho da fala de um pesquisador da Instituição que desenvolveu, posteriormente (década de noventa), a tecnologia dos cristais plásticos, e que são usados para cursos e outras atividades, ilustra o que vínhamos expondo anteriormente.

²⁶⁴ Entrevista gravada em 12/03/2003 com o Dr. Carlos Henrique Mesquita pesquisador no IPEN.

²⁶⁵ Entrevista gravada em 12/03/2003 com o Dr. Carlos Henrique Mesquita pesquisador no IPEN.

Abaixo continuamos ainda selecionando outro trecho de um dos mais destacados pesquisadores da Instituição, que ocupou o cargo de superintendente do IPEN no período de 29/05/1990 a 05/05/1995, durante os governos Collor e Itamar Franco.

“Sempre almejei ser pesquisador. (...). Não conhecia o professor Shigueo. Conhecia a Renate, esposa do professor Shigueo. Um dia, encontrei um bilhete do professor Shigueo, debaixo da porta da minha casa, (...) ele me fazia um convite para que começasse a trabalhar como bolsista no IEA. Isto foi por volta de 1969. (...). Comecei como bolsista sob a orientação do professor Shigueo desenvolvendo dosímetros. Iniciei fazendo uma tese de mestrado porque você sai da física e não sabe nada. Comecei a ver o que era o método científico, o método de pesquisa, o que é fazer pesquisa, o que é registrar os dados, o que é aplicar realmente aquilo que você aprende no laboratório, as estatísticas, fazer ajustes de curva etc. (...). Em 1975 terminei a minha profissionalização como pesquisador. (...). Quando você tem o doutorado você vira um profissional de pesquisa. Voltei dos EUA (Universidade de Utha) e pedi o meu primeiro projeto FAPESP e comecei a formar o meu grupo. Paralelamente a esta pesquisa básica desenvolvi uma outra aplicada que, inclusive você fazia parte (...²⁶⁶)”.

Temos debatido muito indiretamente a questão do utilitarismo que é bem diferente de nos preocuparmos com o mercado ou com as questões sociais. São três enfoques que nos conduzem a linhas de pesquisa diferentes e comportamento institucional com características próprias de cada uma dessas opções, digamos ideológicas.

*“O Pieroni queria que os físicos e o professor Shigueo fizessem alguma coisa útil. Isto sempre foi uma preocupação que eu tinha. (...) Era para desenvolver um produto que o IEA/IPEN pudesse industrializar, comercializar. Nós desenvolvemos vários dosímetros, um deles sendo o sulfato de cálcio (...) que deu inclusive uma patente do método, uma patente como processo de dosímetro e uma patente do corpo do dosímetro (...). A patente do dosímetro deu inclusive o prêmio Governador do Estado que acho que é o único prêmio Governador do Estado que o IPEN tem. Infelizmente diria para o IPEN porque em algumas vezes terei que ser crítico. Quando você chega no IPT você encontra de vinte a quarenta prêmios “Governador do Estado”. O IPT tem uma postura que o seu produto é capaz de ser patenteado e capaz de ser premiado e o IPEN não. (...) Enfim acho que esse dosímetro é utilizado até hoje. (...) Fui transferindo aquilo que tinha aprendido com o professor Shigueo e o meu doutorado nos EUA para os outros (**alunos**). Em 1976/1977 comecei a obter os meus primeiros mestrados, depois doutorados. Até o final de noventa a vida do pesquisador foi essa, procurando formar gente, insistindo muito com a pesquisa fundamental, insistindo muito com a “abertura” do IPEN. Você estava dizendo que quando fui superintendente a minha posição foi de fazer com que a “cabeça” das pessoas “olhassem” para os financiamentos de agências (**fomento**), FAPESP etc. O IPEN sempre foi muito “fechado”. O Pieroni foi uma pessoa sensacional. O IPEN hoje deve*

²⁶⁶ Entrevista gravada com Spero Penha Morato em 24/04/2003.

praticamente tudo o que é ao professor Pieroni. Só que ele era um cara muito fechado. Ele era um cara da época da ditadura, ele tinha muitas restrições com relação aos funcionários. Existia um movimento de esquerda muito forte e ele era, como consequência disso, um cara polarizado com a linha da ditadura²⁶⁷”.

Vemos como é fantástica a absorção de um “modo de ser” que chamamos cultura da Instituição. Teríamos uma enorme quantidade de depoimentos de outros pesquisadores para nos indicar como a Instituição “viveu”, desde o início até os seus quase cinquenta anos de vida. No entanto, temos, como bem aponta o nosso objetivo, que seguir adiante. Deixaremos que os pesquisadores falem por si e muitas vezes essa fala será introduzida em oposição às nossas idéias para balancear o nosso pensamento e, sobretudo, para deixar a marca da cultura dos pesquisadores da Instituição. Existe uma cultura das instituições que influencia o comportamento das pessoas que dela fazem parte. No nosso caso realizamos entrevistas que bem demonstraram isso.

Queremos deixar um registro bem claro, para que os pesquisadores e a sociedade tenham essa variante²⁶⁸ ao tomarem decisões importantes, seja no âmbito de políticas ou mesmo no momento da escolha das suas linhas de pesquisa, de como vemos as questões do tipo de trabalho que desenvolvemos, as questões postas pela ciência e tecnologia, a nossa própria pesquisa no microcosmo em que estamos inseridos, no macrocosmo, as questões postas pela produção de energia de natureza nuclear etc.

A cultura que foi se formando ao longo dos anos desde a criação do IEA passa certamente pelas influências de uma cultura mais geral do país e muito mais ainda pela cultura da época em que estamos discutindo. No entanto, existem particularidades que foram moldadas a partir dos superintendentes que dirigiram a Instituição. Alguns mais marcantes do que outros, mas todos contribuindo para o resultado final.

No caso do IEA/IPEN sua formação cultural foi também muito influenciada pelas figuras que passaram pelo Instituto, graças às suas características marcadas por personalidades extremamente definidas (fortes como se diz no dito popular), e que estavam completamente inseridos no contexto de uma sociedade autoritária.

²⁶⁷ Entrevista gravada com Spero Penha Morato em 24/04/2003.

²⁶⁸ Estamos trabalhando com várias variáveis: a produção científica e tecnológica, a cultura da Instituição, os resultados obtidos.

Como já comentamos anteriormente, citamos quatro deles em especial. Primeiro o Professor Marcello Damy de Souza Santos, responsável direto pelas linhas iniciais de pesquisa deixando marcas lembradas até hoje (voltaremos a citar inúmeras vezes este ilustre professor, que hoje é conhecido dentro da comunidade acadêmica brasileira como um dos iniciadores das pesquisas na área nuclear no Brasil e que já virou um patrimônio do nosso país).

O segundo foi o Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni que alargou o domínio físico da Instituição. Ele tinha a visão da importância da área nuclear e hoje a maioria das instalações e prédios são obras da sua gestão. Pieroni sabia do caráter estratégico militar da área nuclear, sobretudo, aqueles trabalhos que estivessem ligados com o campo do ciclo do combustível e fez questão de injetar a maior parte das verbas alocadas na Instituição para o desenvolvimento da tecnologia do ciclo do combustível. Conforme depoimento do Doutor Gian Maria Sordi, Pieroni chegava mesmo a deslocar a verba destinada inicialmente para outro ramo da pesquisa para fortalecer eventualmente outras áreas – o que combina muito bem com o período (anos sessenta até o final dos oitenta) e com a personalidade deste pesquisador. Voltaremos no decorrer da escrita a outras características do Doutor Pieroni.

Terceiro, ocupando diversos mandatos, tivemos, na superintendência, o Doutor Claudio Rodrigues, entremeado, após sua primeira gestão pelo do Doutor Spero Penha Morato. Estes dois superintendentes, como “filhos da casa”, consolidaram a Instituição como a vemos nos dias atuais e apresentaram gestões bem diferenciadas daquelas dos dois primeiros citados. A primeira gestão do Doutor Claudio Rodrigues foi relativamente diferente das outras, uma vez que ocorreu em pleno período de apoio institucional, por parte do governo, na figura de outra Instituição – a Marinha do Brasil. Iremos comentar exaustivamente esse período.

Finalmente, citamos o Doutor Spero que dirigiu o IPEN num período de transição extremamente difícil, já que entrou no período presidencial de Fernando Collor de Mello.

Também vimos no depoimento do Doutor Spero sua preocupação com uma nova orientação para a Instituição: Mais abertura como ele falou. Vários pesquisadores da segunda e terceira geração estão de acordo com isso. Já comentamos a nova estrutura matricial de gerenciamento postulada pelo Dr. Cláudio, em sua terceira gestão e que foi, de

certa forma, também delineada pelo Dr. Edson Roman que, em um determinado momento, passou a administrar o IPEN (1993).

No decorrer das entrevistas, conseguimos visualizar a cultura mais específica da Instituição, impressa nestas diferentes gestões. Mesmo na fase do professor Pieroni, de quem, lamentavelmente, não pudemos gravar um depoimento, por motivo de seu falecimento, foi possível desenhar com relativa nitidez sua marca, uma vez que muitos dos pesquisadores entrevistados viveram sob sua orientação.

Lembremos que a Instituição sempre esteve ocupada com o ensino, e seus pesquisadores e professores acabaram passando, para os alunos e orientados, sua força, seu método, sua maneira de analisar o mundo, assim como suas características pessoais. Mais acima vimos, no depoimento do Doutor Spero, que este foi influenciado pelo professor Doutor Shigueo Watanabe e, em outro depoimento, da Doutora Marta Marques Ferreira Vieira, a confirmação do que aquele (Spero) deixou registrado, ou seja, de que a vida do pesquisador foi dividida entre a pesquisa e a formação de pessoal. Também que os objetivos institucionais são diferentes de instituto para instituto, mesmo dentro de uma mesma área que se dirá para países diferentes, com estruturas diferentes, etc. O que queremos dizer é que identificamos uma cultura geral, fruto da própria especificidade da área em que se ocupava preferencialmente a Instituição em cada período, da política interna e externa para a área científica e tecnológica e aromas diferenciados em cada gestão assim como em cada Diretoria.

Analisamos o processo de formação da Instituição como um todo, mais geral, embora não tenhamos perdido a preocupação com o particular; caso contrário perderia o nexo de um “estudo de caso”, como é a característica de analisar historicamente uma instituição. Exploraremos bastante o aspecto da cultura institucional conforme especificado nos objetivos. Voltemos às dificuldades que o pesquisador encontra no seu dia a dia de laboratório ou mesa de pesquisa, face às dificuldades institucionais e de política para a área de pesquisa no Brasil e no mundo.

Para alguns pesquisadores a história da ciência, além de ser um enunciado de "descobertas" no tempo²⁶⁹, deve ser feita por aqueles professores já aposentados em sua carreira inicial. Emprestamos as idéias de Motoyama²⁷⁰ quando afirma que:

"Subjacente à evolução científica estaria um comportamento metodológico uniforme cuja origem remontaria ao renascimento. Contudo, o problema reside justamente nesse ponto. A grande maioria dos cientistas, confiantes de terem adquirido o método científico no seu treino profissional dão escassa atenção ao mesmo. (...) atarefados em se instruírem dos últimos resultados da sua especialidade, eles quase nunca se ocupam de reflexão metodológica ou de meditação filosófica".

A história de um instituto de pesquisa se justifica parcialmente quando narrada somente do ponto de vista de uma retrospectiva de acontecimentos, quase uma cronologia (anexo II). Pois, mesmo em forma tão simplificada, revelaria as atividades científicas e tecnológicas da instituição. No entanto, achamos pela nossa própria concepção de história da ciência, como já explicitado anteriormente, que a produção científica e tecnológica de uma instituição faz parte das circunstâncias culturais econômicas e sociais do mundo em que está inserida.²⁷¹

Realizada neste enfoque, a pesquisa pretende desvendar o processo histórico, no qual o trabalho intelectual está inserido, seja no seu aspecto cultural, seja no seu lado econômico.

Desse ponto de vista, a história do IPEN é fascinante. Atuando na área de tecnologias de ponta, num país em desenvolvimento, onde existem obstáculos de todos os tipos, a Instituição teve de enfrentar desafios e problemas, não só de caráter tecnocientífico, mas também, de naturezas social, cultural e econômica que são inimagináveis em nações desenvolvidas. O IPEN se defrontou e se defronta com uma questão adicional, de repercussões profundas, por atuar num domínio polêmico como é o da energia nuclear. Porém, é por isto mesmo que se devem fomentar análises de fôlego, como são aquelas de cunho histórico, para indagar a validade das suas ações para o futuro.

²⁶⁹ Alguns acham que fazer história da ciência é fazer cronologia das descobertas e uma evolução linear de determinada ciência.

²⁷⁰ Motoyama, Shozo (1977). *Métodos em questão*. Separata: Instituto de Geografia de São Paulo. 1977.

²⁷¹ Acrescentamos: com seus dilemas, problemas, sucessos e fracassos, além de trazer à tona as ações realizadas.

Com esse pano de fundo, deve-se tornar possível aclarar o sentido da energia nuclear como uma tecnologia imprescindível, para os dias vindouros da sociedade brasileira.

“(...) a expressão cultura científica (...) e conter ainda, em seu campo de significações, a idéia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua história.”²⁷²

Carlos Vogt

²⁷² Vogt, Carlos (2003). A espiral da cultura científica. www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml

III - A institucionalização da ciência no Brasil e o IEA

"A inauguração do reator atômico é um desses exemplos memoráveis do que pode fazer o paulista. Ingressou hoje o Brasil e mesmo a América do Sul na era atômica projetando-se assim internacionalmente".²⁷³

(Juscelino Kubitschek)

"A inauguração deste reator atômico, na presença do presidente Kubitschek, assinala uma das datas mais memoráveis na civilização paulista: dá a São Paulo e a Nação o primado sul-americano quanto à pesquisa atômica".²⁷⁴

(Jânio Quadros)

As palavras proferidas quando foi inaugurado o reator denominado Reator IEA-R1, tanto pelo então presidente da República quanto pelo governador do Estado de São Paulo, revelam um otimismo face ao "poder" prognosticado, à época, para a "energia nuclear": a chamada "Era Atômica". Não obstante, outros acontecimentos - políticos, econômicos, educacionais, e, mesmo pessoais - tanto internos como externos ao país, que favoreciam a criação de um instituto nos moldes do IEA, vinham sendo gerados, anteriormente, e continuavam na pauta do dia²⁷⁵.

Esses como que confluíam para um mesmo ponto, favorável, ao que acabou sendo uma realidade por meio do decreto Federal de número 39.872, de 31 de agosto de 1956²⁷⁶.

A primeira das questões que apontamos, já vinha surgindo desde o início do século XX – a institucionalização da ciência no país que começou a ocorrer, no Brasil, quando foi criada a Sociedade Brasileira de Ciências em 1916.

Nos dias atuais, não podemos conceber uma outra forma de organização das atividades científicas fora das universidades, institutos de pesquisa, laboratórios das indústrias.

²⁷³ Palavras proferidas pelo presidente Juscelino Kubitschek durante a inauguração do reator de pesquisa do Instituto de Energia atômica, a 25/1/58. Pub. IEA-1 (1958).

²⁷⁴ Palavras, proferidas pelo governador Jânio Quadros, durante a inauguração do reator de pesquisas do Instituto de Energia Atômica em 25/1/58. In Publicação IEA-1 (1958).

²⁷⁵ No capítulo intitulado "Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição – enfoque histórico-estrutural" (sub-item intitulado: situação anterior à criação do IEA), fizemos uma discussão mais detalhada sobre os momentos de euforia com a ciência que antecederam a criação do IEA.

²⁷⁶ Ver anexo II para datas, eventos e feitos.

Embora só tenham decorrido 40 anos, entre a criação da sociedade e o IEA acaba se camuflando sob falsa aparência, no tempo do homem - o espectador está mais perto do objeto (IEA/IPEN) analisado -, a importância dessa tradição, a despeito de tardiamente gerada no seio da sociedade brasileira²⁷⁷. A Academia entra dentro de um conjunto mais amplo, mas tem o seu papel indireto.

Sabemos que os cientistas que congregavam nessa associação foram responsáveis por uma série de lutas que segundo as palavras de Dantes (1988) “*iria desembocar na criação das primeiras universidades brasileiras*”²⁷⁸..

A criação de universidades foi importante para que pudesse existir um lugar onde a prática organizada da ciência tivesse espaço, mas também era um ponto de aglutinação e formação de pesquisadores. Aliar o ensino à pesquisa foi outro ganho que o país obteve. Grandes nomes dos nossos pesquisadores brasileiros, do século XX, são fruto dessa investida. Alguns deles, como Marcello Damy de Souza Santos que foi um dos expoentes, que mais tarde teve um papel central na criação do IEA e orientou trabalhos, na Instituição, durante um longo período, mesmo depois que se retirou do Instituto para assumir outras funções.

Deve-se ressaltar, também, que com a criação da Sociedade Brasileira de Ciência as vozes que “gritavam” contra os aspectos “utilitários” da ciência tiveram um fórum para se

²⁷⁷ Devemos lembrar que no período colonial a difusão da ciência era restrita não havendo escolas de nível superior enquanto em muitos dos países europeus isso já se dava. As primeiras associações científicas, no Brasil, datam do final do século XVIII. Com a vinda da Corte Portuguesa para o Brasil começamos a falar em atividades científicas. Não obstante, formalmente isso ocorre quando são criadas as escolas profissionais. No final do século XIX são criados alguns institutos importantes e em 1900 o Instituto Manguinhos. Estes são criados ainda com propósitos primordialmente utilitários embora, tenham trazido grande contribuição para o nosso país, sobretudo no combate a epidemias que assolavam o nosso povo. Somente na primeira metade do século XX é que vamos ter as primeiras universidades no Brasil que se mantiveram, fizeram história e formaram os nossos pesquisadores, que passaram a ter voz ativa na sociedade. Sendo assim, se tivéssemos atrasado um pouco mais do que já estávamos em criar um ambiente que agregasse cientistas, mesmo que internacionalmente já houvesse o maturamento, inclusive interesse, teríamos esperado um pouco mais para a criação de institutos cujo mote principal era a pesquisa na área nuclear. No início da segunda metade do século XX começam a serem criados vários institutos preocupados com o nuclear no Brasil. Também, não podemos esquecer que estamos em outras condições políticas como bem acentua Motoyama (1985), A gênese do CNPq., p. 29: “A revolução de trinta é um divisor de águas, expressando ao nível econômico, a passagem da fase exclusivamente primário exportadora para uma outra na qual a substituição de importação começa a ganhar relevo.”

²⁷⁸ “Assim, em 1916, quando foi criada a Sociedade Brasileira de Ciências (que, em 1922, se tornaria a Academia Brasileira de Ciências) havia no Brasil uma pequena comunidade de cientistas (..) a Sociedade (...), além de local de reunião de cientistas brasileiros, foi, também, o ponto de ligação da comunidade científica brasileira com as comunidades estrangeiras. Contribui para a difusão das ciências no país pela publicação de revistas, (...). Já nos primeiros anos, a associação estava sendo dirigida por cientistas antipositivistas, que deram início a uma campanha pela implantação das ciências no país e que lideraram o movimento que iria desembocar na criação das primeiras universidades brasileiras.” Dantes (1988). Fases de implantação da ciência no Brasil, p. 271.

expressar. Existia uma consciência do perigo do imediatismo e de uma cultura ceifada pela retórica. Várias são as passagens em que constatamos isso nas falas dos pesquisadores que dirigiram várias instituições, no país, ligadas à área nuclear. Ressaltamos um trecho de uma publicação da CNEN (1959), órgão diretamente ligado ao nuclear e que esteve sempre presente, seja dirigindo direta ou indiretamente as instituições da área nuclear no Brasil, na distribuição de verbas, nas regulamentações de normas etc. Selecionamos o trecho:

“Vamos encontrar, de início, um paradoxo econômico, um contraste que impressiona: por quê, vivendo o Brasil ainda na era do combustível vegetal, deu já realmente passos de sete léguas à procura da libertação econômica, penetrando afoito nos segredos do átomo? É oportuno lembrar que apesar de todo o bacharelismo de que somos feitos, tradição importada de Coimbra e aqui instalada nos centros intelectuais do país, nossos físicos não eram de todo alheios ao que se passava no mundo das ciências²⁷⁹”.

O trecho acima nos revela a preocupação com uma possível tendência a uma cultura livresca, demonstrando, não obstante, a crença no poder da ciência e tecnologia para o enriquecimento do país. Seria isso uma vertente da influência da filosofia positivista? Acreditamos que na área nuclear, o entusiasmo tinha um cunho cultural de busca da modernidade e a crença que ciência, tecnologia e desenvolvimento estavam para sempre fadadas a viverem juntas. Isso será demonstrado nas páginas que seguem. Era o momento que o Brasil estava começando a viver uma nova fase de otimismo.

Ainda na mesma publicação acima comentada encontramos um trecho de um discurso do Almirante Octacílio Cunha²⁸⁰ (então presidente da CNEN) onde além de afirmar que “O que se iniciou de autêntico no país” lembra a criação da Universidade de São Paulo em 1934 e frisa que “A atual geração de cientistas e professores nacionais teve a sua formação há mais de vinte anos”.

Não podemos pensar então que foi precipitada a nossa inserção na área nuclear na época da criação do IEA. Mas, sim que havia um grande idealismo, por força de uma nova geração, que tinha se formado nos últimos vinte anos, aliado, não podemos negar, à crença no poder da ciência.

²⁷⁹ CNEN (1959). Separata do “Observador econômico e financeiro”. Sem paginação.

²⁸⁰ CNEN (1959). Separata do “Observador econômico”. Sem paginação.

A existência de uma elite cultural bem estabelecida, na área de exatas, sobretudo após a criação da USP, foi fundamental para esse otimismo quando olhamos em um primeiro plano.

Esses jovens cientistas souberam demonstrar que os conhecimentos adquiridos tinham fundamentos e quando requisitados eram capazes de resolver os problemas que iam sendo postos. Estes estavam contaminados pelo ambiente cultural que aqui se implantava - uma onda de modernismo²⁸¹.

Ainda Cunha (1959)²⁸² continua afirmando:

“Não fossem aqueles estudos (...) quando a era atômica se iniciasse em pleno conflito mundial, mal saberíamos interpretar a importância do funcionamento da primeira pilha atômica ou mesmo a espantosa destruição das cidades nipônicas.”

Ou seja, embora não dispuséssemos de grandes indústrias, embora estivéssemos entrando “atrasados” na era nuclear, em relação a outros países, já vínhamos desde a criação da USP nos preparando para ingressar nesse campo de pesquisa, há aproximadamente vinte anos.

O conhecido físico nuclear Doutor José Goldemberg declara que a nossa inserção na área nuclear, em 1956, com a vinda do reator para São Paulo, embora não tenha se dado de forma a permitir um acesso completo à tecnologia nuclear propriamente dita, ocorreu após trinta anos em que físicos, principalmente da USP, tinham interesse pela física nuclear e que desde o fim da II Guerra Mundial o uso da energia nuclear vinha sendo discutido no Brasil²⁸³.

²⁸¹ Nos anos trinta do século XX, no Brasil, temos o Estado Novo, o integralismo, as influências das idéias comunistas nos movimentos políticos. Antecedendo a tudo isso, já no início da década de vinte temos a luta de idéias entre os “acadêmicos” e os “modernistas” do outro lado que vão romper com uma norma até então estabelecida nas artes. Isso já começara quando ocorreram as exposições de Lasar Segall e Anita Malfatti, em São Paulo, respectivamente em 1913 e 1917. O clima era de poder da capacidade humana de transformar o mundo. E estes não são fatos isolados. Têm desdobramentos na sociedade. Diferentes grupos fundaram e expandiram o modernismo no Brasil no campo das artes. No estabelecimento da cultura brasileira como em outras, o “eu” e o “outro” torna-se fonte do coletivo e as artes desempenham um importante papel para a compreensão da sociedade de tal forma que elas se tornam fonte de identidade da sociedade. Da carta de Pero Vaz de Caminha aos dias atuais a identidade através da arte, e nesse caso a literatura, é um testemunho do que pensamos e vivemos; é mais um guia do Brasil.

²⁸² CNEN (1959). Separata do “Observador econômico”. Sem paginação.

²⁸³ Cabral, Milton (1983). Relator do Relatório de Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado Federal sobre Acordo Nuclear do Brasil com a República Federal da Alemanha.. Volume VI, Tomo III. Anexos:Atas e depoimentos, página 406.

Talvez, essa seja uma das explicações para que não tivéssemos conseguido captar uma influência marcante do tão propalado imediatismo ou uma tendência forte para a retórica ou ainda uma crença exacerbada nos milagres da ciência nas principais linhas de pesquisa, nos primeiros 25 anos da Instituição²⁸⁴ que estamos estudando.

Quando mudávamos de linha de pesquisa inadvertidamente sem pensar no enorme tempo dedicado, gastos e aquisição de conhecimentos que poderiam ser perdidos, estávamos sofrendo pressões de outra ordem vindas, em primeira instância, da instabilidade política do país e da falta de um planejamento de longo prazo para a política científica. Não era uma questão interna da Instituição.

No entanto, pelo menos para algumas linhas de pesquisa realizadas, na Instituição, persistimos contra a questão de "modismo". Foram linhas de pesquisa que continuaram, a despeito de momentos difíceis, até o início da década de noventa (Governo Collor em diante).

Nesse período, então, realmente houve um grande impacto negativo na Instituição, mas que não discutiremos por enquanto por não ser o objetivo principal deste capítulo.

Também não constatamos uma forte influência dos grupos que defendiam o que no passado ficou conhecido como "ciência pura". A falta dessa vertente, na Instituição, embora houvesse o debate, foi uma opção que de certa forma nos custou caro, pois nos afastamos de alguns excelentes grupos, do país, que desenvolviam uma teoria mais elaborada no campo da matemática²⁸⁵.

Fica muito evidente esse aspecto quando analisamos os trabalhos do IEA/IPEN. Isso, no entanto, não desvaloriza a riqueza dos trabalhos desenvolvidos na Instituição. Não significa que não foram utilizadas bases científicas nas pesquisas, como pode ser evidenciado nos trabalhos publicados. Tem que se analisar quais eram os objetivos principais da Instituição desde o seu início.

²⁸⁴ Alguns autores acreditam como Alves (1998) que já no início do século XX “a Filosofia positivista de Augusto Comte, uma das faces mais exacerbadas do cientificismo, não constituísse mais uma referência principal para esses homens de ciência”. José Jerônimo de Alencar Alves. Novos paradigmas da Ciência e os Engenheiros-cientistas no Brasil de início do século. Seminário interno do “Centro Interunidade de História da Ciência da USP”.

²⁸⁵ O próprio grupo do professor Waldyr Muniz Oliva, do Instituto de Matemática e Estatística da USP é um exemplo. O professor Waldyr foi conselheiro da Instituição, portanto conhecia a casa, mas, não fez trabalhos conjuntos com os pesquisadores do IEA. Quando falamos em trabalhos interinstitucional estamos nos referindo aos grandes projetos.

A grande vantagem de um Instituto como o IEA/IPEN é a possibilidade de interação com as diferentes áreas do saber. O IEA, criado para desenvolver tecnologias, antes de se embrenhar exaustivamente nas deduções e análises teóricas, teve uma oportunidade de estar localizado dentro da Universidade, que foi importante para suprir essa atividade - ausente na maioria dos trabalhos dos pesquisadores do IEA/IPEN.

Nos seus primeiros anos isso, ocorreu de maneira satisfatória (final da década de cinqüenta e início de sessenta), depois houve um período em que esteve mais fechado a contatos externos (décadas de setenta e oitenta) e, finalmente, volta-se a abrir para a comunidade científica da USP a partir da segunda metade dos anos noventa.

A análise, aqui, está sendo feita mais do ponto de vista qualitativo e baseada nas parcerias encontradas e registradas nos trabalhos usados como fonte primária de pesquisa. Outro parâmetro para as nossas afirmações encontra-se na forma de gerenciamento dos diferentes superintendentes da casa.

De toda maneira, o Instituto surge com a bandeira de uma ciência bem institucionalizada em um país em desenvolvimento. Uma outra vantagem é encontrar sob uma mesma direção profissionais de diferentes qualificações, muito embora houvesse momentos em que a troca de experiência e, portanto as discussões, assim como o uso comum de equipamentos, tivesse sido dificultado pela estrutura rígida e vertical da Instituição. Essas diferentes qualificações, quando bem gerenciadas, auxiliam a busca para a solução de problemas, busca de metodologias, determinação de processos, etc.

Encontramos dois excelentes exemplos na década de oitenta quando um grande projeto – domínio da tecnologia do ciclo do combustível – foi implantado na Instituição. Outros deles são as pesquisas e as rotinas para a obtenção dos radioisótopos e radiofármacos. Grande parte da instituição se vê envolvida em um mesmo projeto e um complementa o outro. Jair Mengatti²⁸⁶ manifesta-se sobre esta característica:

“(...) Acho que esse reconhecimento hoje pela sociedade pelos funcionários não só do Centro de Radiofarmácia (CR). Temos enormes parceiros aqui dentro do IPEN. São parceiros que não podemos

²⁸⁶ Jair Mengatti, entrevista realizada em 12/11/2002.

*esquecer que dentro desse processo não é feito só pelo CR. (...). Esse resultado aparente hoje é de vários grupos que não têm medido esforço para atingir esse objetivo. Não podemos perder essa percepção de que apenas o que aparece para a sociedade é (**na realidade**) um esforço de várias pessoas, de vários grupos de trabalho que têm feito um trabalho de aproximação com o CR. Esse é um fruto que tem que ser dividido por todas as pessoas que têm participado desse processo. O que se vê no CR é somente a ponta do iceberg. Atrás (...) na manutenção do CR ou através do processo de compras, (**monitoração de área, pessoal, ambiental etc**) (...). isso é resultado do esforço coletivo, da conscientização dos funcionários do IPEN para que o objetivo que foi estrategicamente planejado pela atual direção(**superintendência do doutor Claudio Rodrigues e diretoria sob a chefia do Doutor Roberto Fulfaro**)²⁸⁷ que conseguiu mostrar também pela sociedade interna do IPEN a importância desse trabalho para a sociedade como um todo”.*

Ainda Constância Pagano²⁸⁸ :

“Contamos com o apoio de todos, temos uma equipe muito boa, de técnicos de nível médio e superior. Devemos também salientar toda a equipe de controle de qualidade, além daquela de produção que está sempre disposta a vir fora do expediente normal, trabalhar em qualquer momento. Nenhum radiofármaco sai daqui sem um controle rigoroso de qualidade”.

Temos visto, no decorrer da história da ciência e tecnologia, que atualmente, estamos vivendo o período dos grandes projetos. No entanto, eles embora devam ser bem gerenciados, mesmo dentro de um plano diretor para a Instituição, torna-se necessário que possa haver uma certa elasticidade na hora dos pesquisadores tomarem certas decisões. Não é possível, por exemplo, que a Instituição desloque a verba de um projeto aprovado para outro projeto que obteve menos verba ou mesmo que não tenha nem sido submetido a um órgão de fomento.

O período de centralização da gestão do Professor Pieroni funcionou no contexto histórico da época e mesmo assim causou alguns problemas. Deixou a marca do autoritarismo no Instituto que precisará de algumas gestões para que seja diluído a ponto de não mais causar prejuízos para o bom andamento dos trabalhos e das pesquisas.

²⁸⁷ Gostaríamos de deixar registrado que o momento histórico em que vive a Instituição, neste final de século XX e início de século XXI, não nos deixou alternativa e os superintendentes anteriores, creio que Mengatti concordaria conosco se fosse consultado, também deram apoio à produção de radioisótopos e radiofármacos. A diferença, antes, era que a área do ciclo do combustível também era um dos “mote motif” da casa. Hoje temos muitas outras áreas que precisam ser estimuladas, mas fica para a produção de radioisótopos o encargo de ser o “carro chefe” da Instituição, como ouvimos em várias reuniões no auditório Rômulo Ribeiro Pieroni, o Doutor Spero Penha Morato pronunciar.

²⁸⁸ Depoimento da chefia do Centro de Radiofarmácia, Doutora Constância Pagano da Silva em 16/12/2002.

Por conta de estarmos inseridos em um país em desenvolvimento, a Instituição tem o seu papel muito dificultado, com a falta de verbas para sustentar as pesquisas. No caso, área nuclear, elas são dispendiosas. O reverso da medalha é a quase total segurança de que a persistência conduzirá ao sucesso. Como já tínhamos comentado, na escala macro, nós sabemos os caminhos que deverão ser percorridos.

Uma grande desvantagem é a de ficarmos atrelados às diretrizes nacionais para ciência e tecnologia. Mudando o governo os objetivos podem, da noite para o dia, serem modificados. Um exemplo que não cansaremos de abordar, sob diferentes aspectos, foi o ocorrido quando da eleição do presidente do Brasil, Fernando Collor de Mello.

A outra desvantagem é o isolamento entre o Instituto e o sistema produtivo, não por culpa dos pesquisadores e industriais nacionais, mas por falta de uma infra-estrutura industrial adequada no país. Teremos oportunidade de explorar amplamente mais adiante a questão.

Aqui deixamos registrado que esse vácuo foi, paradoxalmente, uma oportunidade em algumas áreas para um desenvolvimento de produtos que geraram o reconhecimento da Instituição além de gerar receita. Esta conotação, que não é empresarial, mas também não é acadêmica, foi acentuada a partir da década de noventa e foi bem sucedida na Instituição, mas criou um espírito mais empresarial que pode, em um longo prazo, nos afastar dos propósitos de um instituto de pesquisa.

Ao levantar algumas vantagens e desvantagens específicas da Instituição IEA/IPEN, o fazemos no contexto histórico do país e não se trata de críticas ou elogios. Temos também que observar que o que ocorreu não poderia ter se passado como descrevemos não fosse a institucionalização, embora tardia, da ciência no Brasil.

À luz das análises que viemos fazendo, devemos ressaltar que o IEA não foi criado para resolver um único problema específico e nisso resulta a sua grande vantagem histórica.

Quando surge um novo campo de pesquisa ou quando se vê na obrigação de dirigir os estudos para outra área os pesquisadores estão preparados para enfrentar o novo desafio.

Devemos esse legado à própria história da busca da autonomia na área nuclear que se desenrolou no país, tendo à sua frente nomes como o Almirante Álvaro Alberto, Marcello Damy de Souza Santos, este último que trabalhou com afinco para que o Instituto fosse um centro de pesquisa, Rômulo Ribeiro Pieroni que alargou fisicamente a Instituição. Uma das

grandes preocupações do Pieroni foi com a biblioteca. Ao longo do trabalho iremos voltar à esses dois últimos pesquisadores. Não obstante faremos um parentese para relatar a preocupação do doutor Pieroni com a Biblioteca da Instituição e com as instalações dos laboratórios. No início os livros eram de propriedade particular do Doutor Pieroni como nos relatou o Doutor Gian Maria A. A. Sordi. Dada a expectativa com a área nuclear, os prédios foram projetados para grande volume de trabalho, com laboratórios de grande porte, com um espaço enorme para uma biblioteca.

A chefia da Divisão de Informação e Documentação Científica do IPEN, na pessoa da Senhora Mery P. Z. Igami nos remonta ao início da biblioteca e o seu crescimento não somente em infra-estrutura como em documentação científica, informatização e prestação de serviços à comunidade dos pesquisadores nacionais. A biblioteca é um fruto de trabalhos e dedicação de vários pesquisadores que se empenharam em modernizá-la, sendo a própria Sra Mery Igamy, trabalhando desde o final da década de setenta incansavelmente pelo seu bom funcionamento.

Os funcionários que são bem treinados e fazem dela um ambiente de pesquisa e consulta extremamente importante para os pesquisadores. Houve momentos difíceis quando a verba quase não era suficiente para manter um mínimo de assinaturas de periódicos essenciais para as linhas de pesquisas desenvolvidas na Instituição. Apesar disso os pesquisadores sempre contaram com uma prestação de serviços essenciais para o pesquisador. Citamos entre outros o interesse dos bibliotecários com os temas das pesquisas e a preocupação de localizar as referências demandadas.o mais rápido possível.

Por ser um instituto de pesquisa não poderia existir sem essa infraestrutura e o professor Pieroni tinha isso em mente quando instalou o seu embrião no prédio contíguo ao reator nuclear. Ainda, dada a especificidade da área nuclear, os laboratórios foram projetados com instalações adequadas à proteção do meio ambiente e do trabalhador.

O relacionamento direto ou indireto com a CNEN e a proximidade de um grande centro comercial e cultural do país como São Paulo facilitaram os contatos, as pesquisas e a aquisição de literatura adequada.

No início era difícil. Basta olharmos as fotos da época da construção do Reator e outros laboratórios, para verificarmos que o acesso pelas estradas de terra dificultava a locomoção dos pesquisadores. Isso ocorreu também no início da USP como nos relatam os primeiros pesquisadores. Somente o ânimo poderia explicar a escolha de uma profissão onde os trabalhos teriam que ser feitos em um lugar de difícil acesso para os pioneiros.

“Nesse tempo o detector de corpo inteiro estava instalado no meio do mato (...). A gente vinha a pé ou de carro, não tinha nada asfaltado (...). Derrapava até chegar lá. Mas, na administração do professor Pieroni ele começou a construir uma série de instalações. Daí surgiu uma possibilidade para estudos de radiobiologia que é o prédio que hoje está instalado uma parte da proteção radiológica²⁸⁹ (rejeitos). Não sei se você sabia que a proteção radiológica era um laboratório da radiobiologia²⁹⁰?”.

Um dos fatores chave para a interdisciplinaridade ocorreu com a oferta de cursos nos diferentes campos da área nuclear no início e depois sendo estendida para áreas correlatas. Comentamos anteriormente esta particularidade da Instituição.

O velho debate que se fazia presente nos anos cinquenta do século XX, colocando em confronto a ciência pura e a ciência aplicada persistiu na Instituição até os anos oitenta, mas sem grande prejuízo para o Instituto.

A comparação com a Universidade era inevitável enquanto não entendêssemos o nosso papel. Devemos um grande salto nessa questão à direção impressa por um dos seus superintendentes, Doutor Spero Penha Morato. Este pesquisador teve as suas características pessoais reforçadas pelo momento histórico em que vivíamos (início da década de noventa). Isso se manifestou na orientação para: procurar responder às questões postas pela sociedade com o desenvolvimento de tecnologias afins, apoiar o desenvolvimento de processos e produtos, atender à demanda da sociedade além da já falada procura de verbas nos órgãos de fomento.

Essa característica foi reforçada na segunda gestão do Doutor Claudio Rodrigues, que como vimos anteriormente, deu um grande apoio para o implemento das atividades de pesquisa, desenvolvimento de comercialização de radioisótopos e radiofármacos²⁹¹.

²⁸⁹ Agora, setembro de 2003, somente algumas salas de pesquisadores ainda se encontram nesse prédio. Na gestão do Doutor Claudio Rodrigues foi construído um prédio com os laboratórios planejados para a atividade específica dos tratamentos de rejeitos radioativos. Nos dias atuais os rejeitos, com o envelhecimento das fontes radioativas, com a proibição de para raios utilizando ²⁴¹Am (estão sendo recolhidos) torna-se urgente que se incremente as atividades dessa área.

²⁹⁰ Entrevista gravada com o Doutor Carlos Henrique em 12/03/2003.

²⁹¹ À medida que fomos comentando e analisando esse ramo de atividade teremos que abarcar uma conotação, infelizmente, não tão positiva, advinda desse novo rumo adotado pela Instituição.

Quando falamos em institucionalização da ciência no Brasil surge um debate característico de um país com pouca aplicação de recursos para atividades científicas e tecnológicas – ciência pura - que está permeando as discussões até a segunda metade do século XX. No entanto, temos que ter presente que esse debate antigo, como bem acentua Alves (1991), na Academia Brasileira de Ciências, era um reflexo do contexto social da época²⁹². Ainda Alves (1991) ressalta que, embora defendesse a ciência pura, os futuros acadêmicos não pretendiam realizar somente “ciência por ciência”²⁹³.

Entre os pesquisadores do IEA o debate foi feito, não institucionalmente, de forma amena, não chegando a influenciar o rumo das pesquisas. Constata-se isso quando analisamos os trabalhos publicados que têm um caráter mais de aplicação tecnológica do que científico.

Essas colocações permitem que estabeleçamos preliminarmente que: não tivesse já sedimentada a tradição de ciência institucionalizada no nosso meio social, o IEA teria esperado mais uma década para ser criado. O debate sobre as questões nucleares já vinha sendo realizado e houve quem lutasse para institucionalizar a área, não o conseguindo no passado. Quando as condições estavam maduras para ingressarmos nesse ramo de pesquisa, já tínhamos a ciência e tecnologia institucionalizada no país e já poderíamos aceitar a definição proposta por Bernal para ciência como já comentamos anteriormente.

Com a criação do CNPq, em 1951, em parte, não cansamos de falar, fruto da luta do Almirante Álvaro Alberto²⁹⁴, já podemos vislumbrar no artigo 3º item “c” juntamente com o item “h” o germe da criação do IEA²⁹⁵.

Motoyama, num artigo sobre a origem do CNPq remonta às atividades da Sociedade Brasileira de Ciências nos idos de 1919. Analisa os movimentos surgidos desde aquela época pela institucionalização da ciência no Brasil até a criação do CNPq.

Não podemos deixar de sublinhar que essa é a mesma origem do IEA quando foi criado em um convênio com a Universidade de São Paulo e o CNPq, acrescido de outras questões que se faziam presentes, sobretudo por se tratar de uma área sensível como a nuclear, e que, além de comportar em si uma alta tecnologia, também acabava agregando o desenvolvimento tecnológico em outras importantes áreas.

²⁹² Alves (1991). "O movimento pela ciência pura e a Academia Brasileira de Ciências". Página 112.

²⁹³ Alves (1991). "O movimento pela ciência pura e a Academia Brasileira de Ciências". Página 113.

²⁹⁴ Para maiores detalhes citamos Motoyama (1985). "A gênese do CNPq".

²⁹⁵ Versa esse artigo sobre a formação e o aperfeiçoamento dos pesquisadores e técnicos e a sugestão aos poderes competentes de tomar providências para que os objetivos se realizem. O artigo 4º definia os princípios da política estatal com respeito ao átomo. In CNEN (1959). Separata do "Observador econômico". Sem paginação.

Não podemos pensar no ciclo do combustível sem falar em alto forno, ciência dos materiais, eletrônica, etc. O IPEN desenvolveu tecnologia em muitas dessas áreas e, entre estas, já citamos as áreas de ciências dos materiais e engenharia química.

Inicialmente também desenvolveu alguns excelentes trabalhos de eletrônica, mas pelas próprias condições de ser uma área, que internacionalmente se desenvolvia a passos largos, e a necessidade de dar suporte na manutenção dos trabalhos desenvolvidos na Instituição, acabaram por afastar os engenheiros e técnicos do desenvolvimento de equipamentos mais sofisticados, mas ainda na década de setenta e oitenta se desenvolviam equipamentos como controladores de temperatura para os fornos, detectores tipo Geiger Mülher, etc além da manutenção daqueles outros equipamentos importados.

Após essas ponderações sobre o ponto que queremos destacar, neste capítulo, ainda entendemos que, internacionalmente, as questões objetivas já haviam gerado a necessidade de tal instituto com o Projeto “Átomos para a Paz” (que já foi parcialmente abordado anteriormente e que discutiremos ainda em maiores detalhes em outro capítulo²⁹⁶.) o que concluímos dessa discussão é que internamente também já estávamos amadurecidos, mesmo que, a quantidade de cientistas fosse pequena no país.

Começamos este capítulo com duas citações, um presidente da república e um governador, ambos, entusiasmados com a criação do IEA. Terminamos com o depoimento de um micro empresário quase cinquenta anos depois.

“(O meu depoimento) é uma forma de agradecer o longo tempo que o IPEN apostou em mim desde a minha iniciação científica até o doutorado. Agradecer a todos os pesquisadores, ao pessoal da oficina mecânica, elétrica, a biblioteca. (...). O IPEN foi sem dúvida quem contribuiu com a minha formação tanto profissional como pessoal. Obrigado pela oportunidade de estar complementando a pesquisa²⁹⁷”.

²⁹⁶ O projeto Átomos para a Paz será discutido no capítulo intitulado “Aspectos tecnológico na área nuclear e a Instituição – Enfoque histórico e Estrutural.

²⁹⁷ Entrevista gravada em 2003, com o Doutor Gerhard Ett, jovem micro empresário da Eletrocell que se formou na Instituição

IV - Reator nuclear e bomba nuclear. Imagens confusas e juízos de valor

"A complexidade das questões contemporâneas é uma faca de dois gumes: fascinante pelo seu caráter inaugural de uma nova era, ameaçadora pelos riscos de manipulação da ignorância e pelo espantinho do obscurantismo".

*Rosiska Darcy de Oliveira*²⁹⁸

A bomba

é uma flor de pânico apavorando os floricultores

A bomba

É o produto quintessente de um laboratório falido

A bomba

É a miséria confederando milhões de misérias

A bomba

Com ser uma besta confusa dá tempo ao homem para que se salve

A bomba

Não destruirá a vida

O homem

Tenho esperança liquidará a bomba

*Carlos Drummond de Andrade*²⁹⁹

O temor e o medo fazem parte do nosso dia-a-dia e movimentam um mercado milionário³⁰⁰. A origem do medo tem sido objeto de discussão³⁰¹. Em todos os setores encontramos alguma referência ao medo. O medo tem várias facetas e até na Bíblia, em diferentes passagens, os autores falam no "temor a Deus"³⁰² como uma das maneiras de

²⁹⁸ Oliveira, Rosiska Darcy (2000). "O destino não é mais o que era antes". Folha de São Paulo. Caderno Opinião. Tendências/debates.

²⁹⁹ Para Haroldo de Campos, o poema (..) consegue afinal compor um contexto coerente e envolvente, de revolta contra a corrida bélica e de fé no humanismo pacifista. In Carlos Drummond de Andrade, Francisco Achcar, Publicação Folha (2000), p. 105-106.

³⁰⁰ Hoje em dia prosperam as "indústrias" de proteção contra o roubo de carro e casa, seguro de vida, seguro saúde, seguro contra incêndio. Quando estacionamos o nosso carro na rua, mesmo em locais chamados de "Zona Azul", sempre encontramos "alguém" disposto a tomar conta do mesmo. Ainda que existam os seguros contra roubo e outros danos, acabamos por ceder ao pedido de: "posso tomar conta? "Por conta do medo que esse prestador de serviço venha a danificar o nosso veículo ou mesmo facilitar o seu roubo nos sujeitarmos a esse mercado informal de trabalho que por sinal movimenta muito mais dinheiro do que pensamos. Esse é um aspecto simples do medo que é manipulado e talvez até incentivado. Imaginemos em questões mais sérias como a "alta tecnologia" que pode se transformar em uma "bomba" tanto no sentido literal da palavra como figurativo.

³⁰¹ Ver, por exemplo, Delemeau (1990): História do medo no Ocidente.

³⁰² No belíssimo Salmo 110 (Heb.111) intitulado "As obras do Senhor", versículo 5 temos: "Aos que temem deus-lhes o sustento; lembrar-se-á eternamente da sua aliança." In Bíblia Sagrada. Tradução dos originais dos Monges de Maredsous (Bélgica) pelo Centro Bíblico Católico. 12ª edição. São Paulo: Editora Ave - Maria, p. 748 do Velho Testamento.

caminharmos para a santificação³⁰³. Nosso objetivo, no entanto, não é a discussão específica dos aspectos positivos e negativos desse sentimento que nos acompanha ao longo dos tempos e, menos ainda as suas implicações psicológicas.

Queremos abordar uma história mais recente que nasceu com as destruições causadas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, em agosto de 1945. Em 06/08/1945, os EUA lançaram a primeira bomba atômica (fissão do urânio enriquecido) sobre Hiroshima e dias depois (09/08/1945) lançaram, uma outra, em Nagasaki (fissão do plutônio).

Esclarecemos que não estamos, ainda, tomando partido, mas que estamos inicialmente refletindo sobre questões passadas, segundo os nossos critérios éticos e os nossos conhecimentos. Ambos se misturam³⁰⁴ - ética e conhecimento - como já deixamos claro na discussão do tema. Queremos, deixar marcada, através de um trecho de Hobsbawm (1994), a falácia das boas intenções e justificativas dúbias tanto em questões aparentemente justas como injustas.

“(...) longo prazo, os governos democráticos não resistiram à tentação de salvar as vidas de seus cidadãos, tratando as dos países inimigos como totalmente descartáveis. O lançamento da bomba atômica sobre Hiroshima e Nagasaki em 1945 não foi justificado como indispensável para a vitória, então absolutamente certa, mas como um meio de salvar vidas de soldados americanos. É possível, no entanto, que a idéia de que isso viesse a impedir a URSS, aliada dos EUA, de reivindicar uma participação preponderante na derrota do Japão tampouco estivesse ausente das cabeças do governo americano”³⁰⁵

O trecho mostra que devemos sempre analisar uma proposição tentando "ver", de forma crítica, o maior número possível de implicações e influências embutidas numa proposição.

³⁰³ Entenda-se aqui santificação como "aqueles que aceitam Jesus como seu salvador" e, portanto procuram imitá-lo. "Emprego uma linguagem humana, em consideração de vossa fragilidade. Como outrora entregastes vossos membros à escravidão da impureza e da desordem para viver desregradamente, assim entregai agora vossos membros a serviço da justiça para a santificação^j". Nota j: a santidade própria de Deus (...) que ele comunicava a seu povo (...), ele a comunica também aos que crêem em Cristo (...) . Rm 6-19 em "A Bíblia de Jerusalém (2000)", p. 2119. Ou seja, nesse caso, o medo impulsionando para a santificação que salva.

³⁰⁴ "Vivemos, hoje, grave crise mundial de valores. É difícil para a grande maioria da humanidade saber o que é correto e o que não é. Esse obscurecimento do horizonte ético redundando numa insegurança muito grande na vida e numa permanente tensão nas relações sociais, agravada pela lógica dominante da economia e do mercado, que se rege pela competição, e não pela cooperação, dificultando destarte o encontro de estrelas guias e de pontos de referência comuns. (...). Considerando a história, verificamos que duas fontes da moral orientaram as sociedades até hoje: as religiões e a razão. (...) a razão não é o primeiro e nem o último momento da existência. (...). Pela paixão captamos o valor das coisas. (...) a paixão é um caudal fantástico de energia (...) precisa de margens, de limites (...). é aqui que entra a função insubstituível da razão. (...) Eis que surge uma dialética dramática entre paixão e razão. Se a razão reprimir a paixão, triunfa a rigidez, (...) e a ética utilitária. Se a paixão dispensar a razão, vigora o delírio das pulsões e a ética hedonista, do puro prazer. (...) então emergem as duas forças que sustentam uma ética humanitária: a ternura e o vigor." Boff, Leonardo (2003). Folha de São Paulo. Caderno Opinião. Tendências/Debates. Como fundar a ética hoje? 15/06/2003.

³⁰⁵ Hobsbawm (1994), p.34

Contudo, a nosso ver, nenhuma dessas asseverações, “morais ou imorais” justificam a atrocidade de se lançar uma bomba nuclear na linha inimiga.

A natureza desse impacto e a possibilidade de usar a energia nuclear como meio de coação, gerou imagens confusas nas nossas cabeças. O medo perturba o nosso raciocínio. Fica mais difícil o julgamento isento de emoção. Conforme um maior número de pessoas influencia umas às outras com as suas inquietações, mesmo que justas, torna-se mais difícil usarmos a razão. O tema é complexo, delicado e pode dar origem a emoções exacerbadas e incontidas.

Temos que ter cuidado com as palavras quando estas podem ser mal interpretadas. O debate nos remete a questões de produção de energia e desenvolvimento, aplicação da energia nuclear na medicina e biologia, poderio militar acompanhado de dominação de um Estado sobre outro, competência tecnológica, destruição e segurança, análise custo-benefício etc.

A história tem nos mostrado que o progresso tem o seu preço³⁰⁶, muitas vezes muito caro para a sociedade. Outrossim, o apego em demasia à manutenção do “*status quo*”, normalmente, é um freio³⁰⁷ que impede a industrialização em prol de outros setores que fizeram porventura um grande “*lobby*”, por exemplo, o agrícola.

Outros movimentos, como os ambientalistas, promovem a defesa do solo, rios e dos animais e se esquecem das necessidades dos seres humanos. Aqueles defensores exacerbados do meio ambiente, que são contra as pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos se esquecem que esse mesmo meio, embora deva ser preservado, deve servir ao ser humano. Em contrapartida aqueles que só pensam nos seus interesses imediatos e dilapidam indiscriminadamente o meio ambiente se esquecem que os seus descendentes, um dia, sofrerão as conseqüências do mau uso desse meio ambiente.

³⁰⁶Um exemplo típico são as inundações inevitáveis de terras férteis quando instalamos as hidrelétricas. Precisamos fazer um estudo de impacto ambiental rigoroso antes de escolher o local definitivo.

³⁰⁷No início do processo da passagem do capitalismo primitivo para o capitalismo industrial, as corporações de ofícios desapareceram. Deu-se início às instalações das indústrias fabris. No entanto, temos que ter uma consciência social que o progresso não pode dizimar uma classe ou uma camada da população, ele tem que ser planejado com políticas públicas. Recentemente, no Brasil, quando as grandes redes de supermercados abriram as suas portas, famílias que trabalhavam no pequeno comércio não tiveram nenhuma política governamental que organizasse a situação, e, o que vimos foi o pequeno comércio fechando as suas portas e famílias indo à falência. Não somo a favor do progresso a todo custo, e sim do progresso organizado, planejado, pois afinal somos seres vivos privilegiados pela capacidade de pensar racionalmente, mesmo que os neurologistas, biólogos, médicos em geral e profissionais de áreas correlatas, ainda, não conseguiram chegar a um consenso do que significa o ato de pensar.

A defesa do meio ambiente (como usá-lo corretamente?) deve ser feita não para preservar a natureza por si mesma, mas para sustentar o homem na terra e lhe dar condições saudáveis e agradáveis de vida. Isso só ocorrerá com uma abertura democrática real que, por sua vez, só ocorre com a participação da sociedade que seja provida de um sistema de educação em todas as áreas do saber humano.

Em suma, vivemos em um jogo de interesses. Quer queiramos ou não a mediação é feita pela ética e normas da sociedade. Sendo assim, é importante que ambos os lados se manifestem e tornem públicas as suas opiniões, que a sociedade possa discutir ampla e democraticamente. No entanto, não podemos esquecer que estamos o tempo todo vivenciando uma correlação de forças entre interesses diferentes, onde não somente o mais ético e racional ditam as leis e normas de uma sociedade. Algumas vezes, somos levados a decisões menos justas movidos por interesses de grupo, concepções ideológicas, etc.

Sejam quaisquer dos assuntos citados, ou outros correlacionados, o fato é que nos meios acadêmicos, militares ou governamentais, a energia nuclear e suas possibilidades aplicativas faziam com que os olhos das pessoas piscassem mais rápido na década de cinquenta, pelas suas potencialidades, quer positivas, quer negativas..

O debate não se restringiu aos limites dos Estados, sobretudo por ser tratar de uma tecnologia que envolvia assuntos estratégicos. Nessa época, várias organizações e institutos internacionais estavam sendo criados com o fito de maior controle das aplicações da energia nuclear ou para a sua aplicação³⁰⁸.

Inserir o trecho “para fins pacíficos” virou quase que obrigatório em todas as publicações sobre energia nuclear, como se isso garantisse o uso que iríamos fazer da tecnologia desenvolvida. Esta forma de se expressar sobre a energia nuclear virou um passaporte para começarmos a tratar do assunto e a encontramos na série de publicações do IEA, nos pronunciamentos dos superintendentes que passaram pela Instituição, nas falas dos Presidentes da República sobre o tema etc.

³⁰⁸ Muitas instituições foram criadas, no passado, para cumprir o controle do desenvolvimento tecnológico com fito a empregá-lo no comércio. No caso do “nuclear” o objetivo era o controle de uma “força” que poderia ser usada militarmente. Não é por acaso que surge a Agência Internacional de Energia Atômica quando não dava mais para conter o segredo do processo de fissão e assim ocorre com os institutos de pesquisa na área nuclear.

Até hoje, como membros da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) – entre outras ocupações fiscaliza as atividades nucleares civis para controlar materiais nucleares salvaguardados -, prestamos conta do nosso combustível queimado e rico em plutônio, que está sob a salvaguarda da AIEA.

Uma das razões pela qual sofremos forte pressão nos momentos que tentamos desenvolver programas autônomos no âmbito da energia nuclear teve como preocupação básica o medo do que viríamos a fazer com o plutônio recuperado no reprocessamento³⁰⁹ do combustível queimado. Outro organismo internacional criado em 1959 foi a Comissão Interamericana de Energia Atômica (CIEA)³¹⁰.

Sem maniqueísmos³¹¹, foi em um contexto ambíguo entre ceder ou não o segredo nuclear que nasceu a idéia da criação de um instituto de pesquisa que tivesse as principais funções bem documentadas na publicação IEA-1³¹² (provavelmente de 1958):

Desenvolver pesquisas sobre a energia atômica, para fins pacíficos;

Produzir radioisótopos para estudos e experiências em quaisquer pontos do país;

Contribuir para a formação em ciência e tecnologia nucleares de cientistas e técnicos, provenientes de várias Universidades da Federação;

Estabelecer bases, dados construtivos e protótipos de reatores, destinados ao aproveitamento da energia atômica para fins industriais³¹³, tendo em vista as necessidades do país.

É criado o Instituto de Energia Atômica (IEA) e historicamente sabemos que estava ocorrendo um processo de modernização do país, no governo Juscelino Kubitschek³¹⁴. O

³⁰⁹ O Pu-239 é produzido no reator nuclear quando U-238 é irradiado com nêutrons (faixa de energia conveniente) e pode ser utilizado como combustível nuclear ou para a fabricação de bombas nucleares.

³¹⁰ Outras tentativas de controle de “tudo” o que dissesse respeito a energia nuclear já vinha, anteriormente (anos quarenta), ocorrendo só que com um posicionamento explícito de controle como é o caso da “Atomic Development Authority (ADA)”. Marques (1992) p. 29 entre outros comenta: “Esta organização teria, como uma das prerrogativas, expropriar todas as reservas de minerais físséis do globo, tornando-se, ao mesmo tempo, proprietária de todas elas”.

³¹¹ Esta afirmação ficará mais clara à medida que desenvolvermos o nosso raciocínio e levarmos nossas hipóteses. Por enquanto, é importante que tenhamos em mente que a decisão de ceder um reator, mesmo que de pesquisa, para um país da América do Sul, não foi uma decisão fácil para os EUA, foi política e implicou em confrontos de posições diferentes.

³¹² Publicação IEA-1 (S/d). Reator de Pesquisa. Segundo anotações do Dr. Alcídio Abrão intitulada “subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)”, não publicada, a Pub-IEA - 1 é de 1958.

³¹³ Abordaremos mais de perto, no decorrer do trabalho, esse objetivo.

³¹⁴ Esse governo como tantos outros foi controverso. JK, no início do seu mandato, propunha a modernização do país meio que independente, mas, posteriormente, faz um acordo com os grandes capitais. Um exemplo é a indústria automobilística que se instala, sobretudo em São Paulo, não resta dúvida que gerando empregos, mas o capital não era nacional. No início do seu governo, comparece na inauguração do IEA, mas, posteriormente, não deu grande apoio para a área nuclear.

otimismo que existia no mundo acrescentado pelo clima favorável à energia nuclear como já discutimos no capítulo anterior³¹⁵, era um contrapeso para as inquietações provenientes das reais implicações danosas do uso e desenvolvimento dessa tecnologia - acidentes, incidentes, uso para fins militares.

Desde o início, a Instituição nasce marcada por alguns estigmas entre outros esse que estamos discutindo, e que é a questão do medo de novas tecnologias. Outro deles é que a tecnologia é um veículo de desenvolvimento para os países e, no caso da criação do IEA estaríamos entrando no seleto “clube nuclear”. Antes de prosseguirmos com a discussão do medo voltemos à questão das relações internacionais.

É mais que sabido que as relações internacionais não foram drasticamente alteradas por conta, somente e, sobretudo, da descoberta e o controle da energia nuclear³¹⁶. O maestro dessa orquestra gigantesca, que são as relações internacionais, chama-se ideologia, a luta pelo poder mundial³¹⁷.

A denominada "Guerra Fria"³¹⁸ entre EUA e URSS que se instalou no mundo, movimentou, querendo ou não, as relações internacionais no período posterior à segunda Guerra Mundial. A causa principal não se encontra na possibilidade do uso da energia nuclear para fins militares. O inverso é mais plausível - a luta pela obtenção da primazia da tecnologia nuclear, sobretudo àquela que mais diretamente se aplicava à confecção de armas era fruto da Guerra Fria.

³¹⁵ Discutiremos mais adiante no capítulo intitulado “Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição – Enfoque histórico e estrutural”.

³¹⁶ Wrobel, Paulo (2000), “A política nuclear brasileira”, p. 71 apresenta uma discussão sobre o assunto assim como vale a pena a leitura de Girotti (1983), “Brasil: Estado nuclear e democracia”.

³¹⁷ Até aqui já citamos algumas vezes o termo “ideologia”. No entanto, nesse momento, por estarmos afirmando que uma concepção é ideológica, sentimos a necessidade de precisar melhor. A palavra ideologia assume as mais diferentes conotações no discurso do dia a dia. Eagleton (1997) em “Ideologia” lista 16 definições de ideologia e discute detalhadamente cada uma delas. Aqui estamos nos referenciando a “Um corpo de idéias característico de um determinado grupo ou classe social” como aquele mais debatido entre grupos ditos de “direita” e de “esquerda” na segunda metade do século XX mais na acepção de Hobsbawm (1996) de a “Era dos Extremos”. Não somos daqueles que acreditam que exista um lugar totalmente não ideológico. No entanto, achamos que não podemos perder de vista, por conformismo, a importância de analisar a condição do “saber”, do “conhecimento”, mesmo que, nós mesmos, não estejamos totalmente isentos de ideologia. Inevitavelmente pertencemos a um grupo dentro da sociedade.

³¹⁸ “Mas, à medida que avançava a década de 1930, tornava-se cada vez mais claro que havia mais coisas em questão do que o relativo equilíbrio de poder entre os Estados-nação que constituíam o sistema internacional (..basicamente europeu). Na verdade, a política do Ocidente – da URSS às Américas, passando pela Europa – pode ser mais bem entendida não como uma disputa entre Estados, mas como uma guerra civil ideológica internacional. (Como veremos, esta não é a melhor maneira de entender a política da África, da Ásia e do extremo Oriente, dominados pelo colonialismo).

Na segunda metade dos anos cinquenta, o próprio “Programa Átomos para a Paz”, segundo relato anterior, foi criado dentro desse quadro de controle internacional dos países não detentores da tecnologia, mas que apresentavam um potencial de vir a dominá-la, sobretudo aqueles que tinham uma reserva considerável de minérios ricos em tório e urânio como o Brasil. Igualmente sabemos o que Wrobel nos sintetiza:

"O homem inventou uma tecnologia capaz de destruir, não apenas o seu adversário momentâneo, mas o seu próprio habitat (Wrobel, 2000)³¹⁹".

"No entanto, a despeito do potencial de destruição, não devemos nos intimidar e nos alarmamos a ponto de recusar, solenemente, as pesquisas no campo nuclear³²⁰".

A tecnologia nuclear, como qualquer outra forma de conhecimento é um processo de criação humana, que visa aumentar o poder de nossa capacidade de gerar progresso e bem estar para a sociedade. Ao aumentarmos a nossa capacidade de produzir energia, por exemplo, como um dos possíveis benefícios dessa tecnologia, estamos aumentando a capacidade de produzir trabalho através da razão e gerar riqueza. Não adianta alegarmos que a sociedade não reparte o que ganha e que somente alguns são beneficiados e ainda por cima do trabalho alheio. Existe um conhecido ditado que ouvimos desde crianças: 'Um erro não justifica outro'.

O fato de existir muitas injustiças sociais, assim como uma má aplicação das descobertas, não é uma justificativa racional para pararmos de pesquisar e pensar. Além de ser impossível, a menos que nos transformássemos, como num passe de mágica, em seres irracionais, a própria preservação da espécie nos impulsiona à criação.

Ingenuamente alguns movimentos ecológicos propõem o fim das atividades nucleares e enxergam uma bruxa malvada igual àquela que povoava a nossa infância, a cada nova descoberta tecnológica.

³¹⁹ Wrobel, Paulo (2000), "A política nuclear brasileira. Sessenta anos de política externa brasileira. 1930-1990. Prioridades, atores e políticas". p. 67.

³²⁰ Independente da nossa vontade não é possível fingirmos que não adquirimos um conhecimento numa determinada área. Mesmo que o coloquemos de lado ele funciona como uma rolha que tentamos submergir no oceano. Ela retorna e mais cedo ou mais tarde vai "bater" no continente. Na sua coluna dominical da Folha de São Paulo, caderno Mais, de 25/03/2001, p. 19, Marcelo Gleiser tece um comentário interessante sobre o assunto em um artigo intitulado "reflexões dominicais sobre ética e ciência".

A preservação da espécie³²¹ não será realizada parando de inventar e ficando quietos em nossas casas de campo, como proclama uma letra de música muito divulgada no Brasil ³²².

Uma questão que se levanta quando refletimos é quanto aos meios de que dispomos para alimentar o número crescente da população. Iríamos parar de reproduzir e limitar o número de filhos por casais como pregam alguns? Ficamos contentes ao nos depararmos com a observação de Hobsbawm (1996)³²³, sobre o fim dos impérios, que em nosso entendimento como substituição do velho pelo novo, como geração de melhorias de vida para a população.

“O telefone e o telégrafo eram melhores meios de comunicação que a telepatia do taumaturgo”.

O IEA não surge por acaso em uma cidade como São Paulo, que está se industrializando e perdendo o medo de ensaiar o novo. Não podemos deixar de lembrar o belíssimo livro “São Bernado” de Graciliano Ramos onde o personagem principal depois de se sair um vencedor no Nordeste agrário do Brasil, perde a sua força por conta de se acomodar e medo da introdução das novas tecnologias no campo.

A despeito de vários convênios com hospitais, institutos e universidades situados em Minas Gerais, Bahia, Rio Grande do Sul e o oferecimento de cursos para o país inteiro o comentário anterior serve para nos lembrar que o que está acontecendo em São Paulo não é uniforme no Brasil. Até como vimos, ainda, no capítulo sobre: “A institucionalização da ciência no Brasil”, no discurso de inauguração do reator que foi instalado no IEA o Presidente da República³²⁴ frisa: *“o que pode fazer o paulista”*.

Ainda a CNEN³²⁵ admite que o local escolhido para a instalação do reator foi São Paulo por se tratar de um:

³²¹ Entender “espécie” como ser humano.

³²² Eu quero uma casa no campo/Onde eu possa compor muitos rocks rurais/ E tenha somente a certeza dos amigos do peito e nada mais (...) /Eu quero plantar e colher com a mão/ A pimenta e o sal/Eu quero uma casa no campo/Do tamanho ideal/Pau a pique e sapé (...). “Casa no Campo” de Zé Rodrix. e Tavito, gravado por Elis Regina In “Fascinação, O melhor de Elis Regina”, gravação da Philips. A letra da música é, por sinal, assaz bonita, mas que não invalida o comentário da luta interna entre o velho e o novo onde o homem confunde o bem estar com a perpetuação do já existente e “nada mais”.

³²³ Hobsbawm (1996), *Era dos extremos. O breve século XX*, p. 200.

³²⁴ Publicação IEA-1, provavelmente de 1958S. Reator de Pesquisa

³²⁵ CNEN (1959). Átomos de paz para o Brasil, sem paginação.

"Centro pioneiro na América Latina em pesquisas sobre física nuclear, convindo ressaltar que até hoje os únicos aceleradores existentes no Brasil, em funcionamento, encontram-se localizados em São Paulo"

É realmente um motivo, mas não acreditamos que seja tão importante para a tomada de decisão de construí-lo em São Paulo. Outros centros como, por exemplo, o Rio de Janeiro também já tinham um corpo de profissionais na área. O Instituto iria, entre outros objetivos, cooperar na formação de especialistas. Porque não na Bahia, por exemplo? Acreditamos que a segunda assertiva da CNEN³²⁶ é mais próxima da resposta:

"O fato de que as pesquisas atômicas necessitam de um amparo de um grande parque industrial como o existente na capital paulista³²⁷".

Não pretendemos abordar em detalhes essa questão do contraste entre as diferentes regiões do Brasil. No entanto, no decorrer da nossa análise temos claro que essa discrepância entre as regiões existe. Não queremos cair no erro de discutir a história do ponto de vista de que o Brasil é o Sudeste.

A busca de conhecimento é um impulso característico da nossa espécie cuja essência está na razão. Não podemos ficar, para sempre, gerando trabalho através de charruas ou outra forma qualquer que hoje denominamos de tradicional.

Todos os países deveriam usufruir daqueles benefícios advindos de novas tecnologias participando do debate que vem junto com estas como se fosse a cauda de um cometa.

Ouvimos várias opiniões que se direcionam para caminhos diferentes. Muitos alegam que os efeitos do uso de uma tecnologia são dependentes do uso que dela fazemos.

Chernobyl³²⁸ - que foi um acidente - causou um impacto ambiental, matou seres humanos, que habitavam uma área em torno da instalação nuclear e trouxe efeitos

³²⁶ CNEN (1959). Átomos de paz para o Brasil, sem paginação.

³²⁷ São Paulo não poderia ser comparado com os grandes centros industriais do mundo, mas em relação ao Brasil era o maior centro industrial.

³²⁸ Em 26/04/1986 na planta nuclear de *Chernobyl* localizada na Ucrânia, ocorreu um acidente nuclear em um dos seus reatores. O impacto radiológico foi gravíssimo para a população circunvizinha à instalação, trabalhadores e meio ambiente com a liberação de radionuclídeos de meia vida as mais variadas. Meia vida é uma característica de um determinado radionuclídeo e compreende o tempo para que a metade dos átomos radioativos existentes em um determinado tempo se desintegre. É uma grandeza usada para caracterizar um determinado radioelemento. Para maiores detalhes do acidente, ver: Bennett, Burton et al (2000). *Chernobyl Accident: Exposures and effects*.

biológicos nocivos aos seres humanos. A nuvem radioativa não ficou limitada ao território soviético.

As duas bombas nucleares que explodiram no Japão foram catastróficas e até hoje nos arrepiamos quando ouvimos falar.

Essa tecnologia, a despeito de suas aplicações pacíficas, tem uma força poderosa de coação e um potencial de destruição enorme. Super dimensionando, como se fôssemos diretores do chamado “cinema novo”, quem não teme saber que uma bomba explodindo nos confins do mundo poderá produzir filhos anormais em nossa cidade? Cientistas e não cientistas sabem que o homem, a despeito da razão, não ficou neutro quanto à possibilidade de fazer valer o “seu direito” mediante o uso da força e do medo³²⁹.

Paralelamente a esse poderio desenvolvido com fins militares temos a questão da ética e humanismo³³⁰ que nos caracteriza como seres humanos e é um contraponto para medidas irracionais. Eis um assunto belíssimo e amplamente discutido. Mesmo, tentados a discorrer um pouco mais a respeito, só “tocaremos” no assunto o suficiente para servir de pano de fundo para a nossa discussão.

O advento da era nuclear, como agora o da biotecnologia, levantou uma série de questões, inclusive o da preservação da espécie há longo prazo. Como poderiam os cientistas realizar pesquisas e divulgá-las, uma vez que, os resultados obtidos, em forma de conhecimento, poderiam ser usados com o fito de coagir e matar seres humanos?

A pergunta é válida e muitos cientistas devem ter noites de insônia por causa do debate³³¹. Alguns, devem ter sossegado os seus corações, com a resposta de que o processo de busca do conhecimento é nato da nossa espécie, e que uma vez aberta uma porta, não podemos mais retroceder e fingir que não adquirimos tal conhecimento, pelo menos para

³²⁹ “Ao criar uma bomba tão desumana eu tentava apenas “salvar a humanidade”. In: “Os homens que mudaram a humanidade”, Robert Oppenheimer. Filipo Garozzo (1975). Fala de Oppenheimer colocada na capa do livro.

³³⁰ “O nosso mundo”, disse Einstein, depois da explosão da bomba atômica sobre Hiroshima, “está ameaçado por uma crise cuja amplitude parece não ser compreendida por aqueles que possuem o poder de tomar as grandes decisões, para o bem ou para o mal. A potência desencadeada do átomo mudou tudo, com exceção de nossa maneira de pensar; estamos deslizando assim para uma catástrofe sem precedentes. Para que a humanidade sobreviva, é indispensável, agora uma nova maneira de pensar!”. In: “Os homens que mudaram a humanidade”. Robert Oppenheimer, texto de Filipo Garozzo (1975), p. 149. Esse alerta de Einstein é muito oportuno de ser lembrado, pois nos reafirma que, embora, tenhamos o potencial da destruição somos seres que pertencem a uma espécie que pode destruir, mas cuja característica principal é a construção de sua própria felicidade.

³³¹ Na opinião de Garozzo (1975) p.146 “dúvidas constituem a essência da responsabilidade do homem”.

sempre. Somos daqueles que vêm com simpatia essa opção, desde que tenhamos ao nosso dispor, instituições nacionais capazes de coibir o uso indevido das descobertas e invenções.

As instituições devem ser pressionadas³³² a adotar o consenso da sociedade sobre um determinado assunto. Por sua vez, como já comentamos anteriormente, a sociedade precisa ser educada em todas as áreas do conhecimento. Assim sendo, das inquietações e discussões, sairão propostas as mais abrangentes possíveis para aquela época e sociedade e, portanto com um imenso potencial de serem as mais justas.

Enquanto comunidade científica, nós temos que participar do debate, pois devemos ser formadores de opinião. Comentamos anteriormente, em uma das notas de rodapé, que hoje, com a ciência institucionalizada, os cientistas ocupam cargos políticos importantes em órgãos que têm poder de decisão. Enfim, é um processo em que educamos e somos educados. É uma luta de opiniões inundada de razão, emoção, interesses imediatos de corporações, das indústrias, do capital etc.

Resumindo, o possível uso indevido do conhecimento deve ser objeto de discussão pela população, e um consenso geral sobre a aplicação deve ser alcançado antes da sua liberalização.

Todas essas questões são teóricas e bonitas no papel, e demandam tempo para serem colocadas em prática. Não podemos esquecer que a opinião pública pode ser manipulada indevidamente por agentes que servem ao poder local e internacional.

Nesse ponto acreditamos que vivemos em lutas ideológicas constantes e que esta faz com que avancemos no conceito que empresto de LaRouche (1998) - um autor controvertido, do qual admiramos algumas idéias e de outras discordamos - de humanismo renascentista³³³. Outro assunto que muito nos agradaria continuar a discorrer, mas que nos levaria a léguas do objetivo principal, no momento.

³³² Existem formas de fazer uso da pressão através do debate público com racionalidade sem precisar fazer uso de atos teatrais como, por exemplo, se amarrar na porta de um Instituto protestando quanto o envio do elemento combustível queimado de volta para os EUA acreditando que isso era perigoso, sem nenhum conhecimento das normas de proteção radiológica Também condenamos os atos terroristas. O tempo do "olho por olho, dente por dente" já deveria ter ficado muito distante da atual civilização, embora, muitas instituições não se deram conta.

³³³ "Três aspectos institucionais do Renascimento interdependentemente característicos, (...): 1) que o Renascimento substituiu o tecido de alianças e vassalagens próprio da sociedade imperial por uma forma de Estado nacional soberano de caráter republicano, baseado na idéia platônica cristã de inteligibilidade de lei natural (..) 2) O princípio da nova

Voltemos então à questão do medo face à dimensão intercontinental do eventual estrago da má aplicação da energia nuclear ou mesmo de um eventual acidente do porte de Chernobyl. O medo é um sentimento opressor que só o venceremos com o saber.

Chegamos onde queríamos. Acreditamos que justamente a possibilidade de que o mau uso, a displicência com fatores como segurança e proteção radiológica, no caso da tecnologia nuclear, possa nos afetar, nos conduz à vigilância redobrada e uma maior segurança do que supomos normalmente.

Possivelmente que um acidente envolvendo a área nuclear poderá atingir proporções maiores do que um desastre de trem ocasionado, por exemplo, devido à falta de manutenção de sua maquinaria ou outro acidente como o vazamento de produtos nocivos de uma indústria química.

Na área nuclear devido à meia-vida longa ($T_{1/2}$)³³⁴ de alguns radioelementos os efeitos locais e atmosféricos perduram em média³³⁵ por dez vezes a meia vida do radionuclídeo “pai”.

A meia-vida de um radionuclídeo está diretamente relacionada com os possíveis efeitos deletérios da radiação. Uma pequena quantidade de um radionuclídeo com meia vida da ordem de minutos não irá persistir um tempo suficiente para causar um efeito significativo.

função do Estado, de fomentar o progresso científico generalizado e o progresso concomitante do conhecimento e das atividades práticas (...), 3) a idéia de que as leis do Universo são inteligíveis às pessoas mediante o desenvolvimento da centelha divina da razão, traço humano que nos faz à imagem de Deus, tanto *imago Dei* como *capax Dei* (...). Se um povo irá participar do autogoverno da sociedade, como exigem as idéias independentes de *imago Dei* e *Capax Dei*, ele terá que participar das idéias com as quais a sociedade se autogoverna. Pessoas analfabetas e ignorantes não podem participar competentemente do autogoverno, pois não sabem quais as questões de governo! (...). “O aumento numérico da espécie humana, à diferença de todas as demais espécies, é função do crescente domínio do homem sobre a natureza – um aumento da densidade demográfica relativa potencial, que, historicamente, se reflete no aumento da densidade demográfica real. Ao transformar as suas condições de existência, o homem se transforma a si próprio e sua transformação se reflete em um aumento paulatino da expectativa de vida do indivíduo ao longo da história da humanidade. Tais mudanças podem ser melhores observadas nos últimos seis séculos de existência da espécie (...)” (Larouche, Lyndon (1998). *A ciência da economia cristã*.

³³⁴ $T_{1/2}$ (meia-vida): A cada $T_{1/2}$ decai a metade da radioatividade inicial. Portanto, na segunda meia vida decai a metade do que sobrou: ou seja, $\frac{1}{4}$ da atividade inicial e assim por diante.

³³⁵ Estamos super dimensionando esses efeitos, levando em conta, somente as características físicas do radionuclídeo, e, desprezando outros efeitos como diluição no ecossistema, processos de descontaminação do solo como foi realizado no caso do acidente de Goiânia etc. Eis a vantagem de termos a razão como nossa característica básica. Tudo fazermos para preservar o nosso meio ambiente do qual devemos ser o principal beneficiado.

Por outro lado, um radionuclídeo com uma meia-vida da ordem de anos pode causar efeitos há longo prazo e se dispersar pelos vários compartimentos de um ecossistema. Aqui estamos falando da meia-vida física do radioelemento (o intervalo de tempo para que uma determinada quantidade "X" de átomos de um dado radionuclídeo se reduza à metade por desintegração, processo esse que ocorre sem interrupção e é estatístico).

Também temos que levar em conta a meia-vida biológica e outros fatores que não são de interesse no momento.

Ainda refletindo sobre a questão do medo, afirmamos que o pânico desenfreado leva pessoas a agirem no limite do racional. Um exemplo ocorreu em 2000 quando um grupo de pessoas se amarrou às portas do IPEN protestando contra uma carga de combustível queimado que deveria ser devolvido³³⁶ para os EUA. Não estamos analisando a procedência ou não do protesto e sim a forma de protestar que não surtiria efeito de impedir a carga de partir.

Vemos essas manifestações muito mais como um posicionamento político e ideológico do que aquele alegado de preservação do meio ambiente. Contudo, muitos dos alertas dos grupos, que são contra atividades, envolvendo a energia proveniente de reações nucleares, devam ser levados em conta, e, são questões que o homem não pode negligenciar. Esses grupos, sem perceber, estão sendo alimentados por forças sociais contrárias ao desenvolvimento tecnológico de países como o Brasil.

Existe uma capa de defesa do meio ambiente que encobre outras dimensões dos protestos. É uma questão delicada e complexa, pois ao mesmo tempo esses grupos também atuam nos países que estão no topo do desenvolvimento tecnológico como a Alemanha. No entanto, a atuação desses, em países em desenvolvimento, tem matizes diferentes daquelas outras ocorridas em países desenvolvidos. É um assunto que já era discutido anteriormente

³³⁶ Desde a sua operação quando alcançou a criticalidade, em 1957, o reator de pesquisa atualmente denominado IEA-R1m utilizou 127 elementos combustíveis de origem norte americana. O urânio usado nesses elementos apresentava diferente grau de enriquecimento em U-235. Os EUA instituíram um programa denominado "Research Reactor Spent Nuclear Fuel Acceptance Program" objetivando receber os combustíveis queimados, de procedência americana até 2006. Uma das alegações é a redução da ameaça da proliferação de armamentos nucleares. Lembremos que o Pu-239 que é um material físsil (material que é fissionado quando submetido a um feixe de nêutrons na faixa de energia térmica) que é produzido em reatores nucleares pela irradiação de U-238 com nêutrons. O Pu-239 é usado na fabricação de bombas nucleares.

à criação do IEA e continuou indiretamente sendo um ator forte na vida da Instituição, mas devido a pressões externas e praticamente nenhuma interna.

Se olharmos os jornais de São Paulo, da época da inauguração do reator IEA-R1, veremos que alguns se manifestaram contra, mas logo depois o assunto saiu das páginas dos jornais e deixou de ser inquietação para a sociedade paulistana³³⁷.

A luta pela preservação dos nossos minerais, o “duo” conhecimento e dominação tecnológica, o “Programa Átomos para a Paz”, o acordo Brasil–Alemanha, o projeto cognominado "paralelo" da Marinha do Brasil³³⁸, entre outras questões, que permearam a vida da Instituição antes e após a sua criação, todos têm sua faceta ideológica.

Alguns desses interlocutores com a Instituição já foram discutidos, parcialmente, na introdução. Outros serão discutidos no restante do trabalho, pois, só assim poderemos entender amplamente a produção científica da Instituição.

No caso do Brasil não tivemos manifestações violentas voltadas contra a área nuclear de maneira sistemática. Enquanto as pressões lá fora eram bem organizadas e nada inocentes ainda estávamos procurando uma via.

Tivemos que lutar para garantir que os nossos minerais não escoassem como água numa adutora rompida, depois veio uma fase cheia de otimismo e de possibilidades de desenvolvimento econômico, misturada com o entusiasmo de que iríamos fazer ciência e desenvolver tecnologia. Esta fase foi atropelada pela visão dos governantes, nos meados dos anos sessenta até oitenta, pela visão de Brasil potência, enquanto que internacionalmente já se começava a questionar o otimismo exagerado com a possibilidade imediata da aplicação da energia nuclear para a produção de energia³³⁹.

³³⁷ Logicamente, somente o fato de ter saído do noticiário da mídia não significa que a inquietação passou. Outros fatores contribuíram como o fato do reator nunca ter dado problemas, nem de acidentes e nem de incidentes complicados. A comunidade científica da USP também não continuou se manifestando contra a operação do reator dentro da USP.

³³⁸ No "site" (www.ctmstp.mar.mil.br) do Centro Tecnológico da Marinha, localizado em São Paulo (CTMSP), encontramos escrito que no dia 17/10/1986 foi criado pelo decreto nº 93.439 a Coordenadoria para Projetos Especiais cujo nome foi alterado em 1995 para CTMSP. Continua esclarecendo que para atender às necessidades experimentais funciona em Iperó, no interior de São Paulo o Centro Experimental Aramar. Ainda no mesmo site, na página de capacitação tecnológica esclarece que a Marinha do Brasil vem, desde 1980, realizando um amplo programa de pesquisa e desenvolvimento. Acrescenta que como diretriz fundamental, em todos os empreendimentos a cargo da CTMSP são concebidos pela equipe técnica que, em alguns casos, conta com a colaboração de engenheiros, cientistas e pesquisadores de outras instituições de pesquisa e de universidades do país.

³³⁹ Somos simpáticos à análise feita por Marques sobre as diferentes fases que o país passou na sua escalada para conseguir dominar a tecnologia nuclear. Aliás, essa demarcação é mais ampla e não abrange somente a tecnologia nuclear. Resumindo, para Marques, de 1949 a 1955, passamos pelo que o autor denomina de fase nacionalista e explica

Alguns acidentes de peso vieram a fomentar mais ainda o debate do perigo de nos embrenharmos no caminho nuclear. Estes foram, entre outros, o de Three Miles Island ocorrido, em 1979, no EUA e nos anos oitenta (1980) o de Chernobyl ocorrido na antiga URSS. Anteriormente um outro acidente de grande vulto ocorreu em 1957 na Inglaterra (Windscale).

Em 1989, ocorreu o primeiro grande acidente no Brasil envolvendo exposição à radiação ionizante - conhecido como o acidente de Goiânia³⁴⁰ -, assustou, mas infelizmente, logo foi esquecido. Hoje ainda existem grupos que estão estudando os efeitos biológicos produzidos pelas radiações ionizantes por conta desse acidente. A opinião pública brasileira não comenta mais e praticamente apagou da sua memória, talvez, por conta do pouco hábito de se ler artigos de divulgação científica no país³⁴¹.

Ou seja, não houve praticamente uma pressão local na vida da Instituição pela corrente que prognostica que a energia nuclear é sempre a vilã de alguns dos nossos problemas de segurança. No entanto, como o dilema nuclear estava na pauta das questões internacionais e muitas das verbas que sustentam as pesquisas da Instituição vêm de organismos internacionais, sentimos em alguns momentos os reflexos dessas pressões abordadas por vários autores.

A essência do caráter dessas pressões está camuflada em questões mais importantes, e teve maior ou menor participação na Instituição em épocas diferentes.

que estávamos preocupados com a formação de uma massa crítica local e que dominava um clima de modernização no país. A segunda fase, denominada de diplomática ou etapa de submissão, é justamente a inserção do nosso programa de desenvolvimento ao programa "Átomos para a Paz" que iremos comentar mais adiante em detalhes por justamente estar ligado a criação do IEA, Instituição da qual estamos o tempo todo preocupados. Esta fase começa em 1956 e termina em 1974. A terceira fase para o autor é a do desenvolvimento dependente, posterior a 1975. Essa fase é caracterizada pelo acordo Brasil-Alemanha. O autor vai até o início do governo Collor. O livro foi publicado em 1992. Marques, Paulo (1992).

³⁴⁰ Em setembro de 1987, na cidade de Goiânia, foi violada a blindagem de uma fonte de Cs-137 (T_{1/2} aproximado de 30anos. In Atomic Data and Nuclear Data Tables, vol. 29, 2 (1983) p. 293 Academic Press, Inc) com uma atividade de 50.9TBq (1Bq = 1desintegração /seg.) que tinha sido largada, irresponsavelmente, em um prédio abandonado por uma clínica radioterápica que ocupara o lugar anteriormente. A dispersão do material radioativo na cidade provocou a contaminação de centenas de pessoas e do meio ambiente. O resultado imediato foi a morte de quatro pessoas, demolição de vários prédios, e cerca de 3500 m³ de rejeitos radioativos. Para maiores detalhes ver IAEA (1988), The radiological accident in Goiânia. Ver também Croft, J. R. (S/d) -IAEA-CN-70B1.1. Summary of the major accidents with radiation sources and lessons learned. Uma análise completa encontra-se em IAEA/CNEN (1998). Goiânia 10 years later.

³⁴¹ É mais comum a leitura de publicações místicas e/ou fantasiosas onde se discute os efeitos positivos dos cristais na vida cotidiana ou aonde devemos colocar os móveis dentro de casa, que é um dos interesses momentâneos tendo até publicações mensais sobre o assunto.

No período do acordo Brasil-Alemanha, muito embora tenhamos ficado praticamente de fora na viabilização do projeto de construção dos reatores e ainda que existissem pesquisadores com experiência em algumas áreas do ciclo do combustível, tivemos acesso a bolsas de estudo, tanto internas como externas, por conta do acordo que se formalizou no denominado programa "Pró-Nuclear"³⁴².

A oportunidade da complementação da formação na área nuclear, em países que já detinham tecnologias avançadas como a Alemanha, por exemplo, foi muito importante. No entanto, vamos analisar tendo em vista que a Instituição não foi convocada para o projeto de maior envergadura - a construção dos reatores de Angra. Os pesquisadores que foram contemplados com as bolsas de estudos retornaram ao país e não puderam praticamente aplicar os conhecimentos adquiridos e convertê-los em novos desenvolvimentos na área em questão (nuclear)³⁴³.

"Angra" foi um pacote fechado, o IPEN não foi consultado, embora pelo número e qualidade dos trabalhos desenvolvidos na área pudesse ter contribuído. Vejamos um comentário de Girotti (1983)³⁴⁴:

"Ademais, em 1978, a empresa francesa foi contratada para fornecer a tecnologia e engenharia básica à usina de conversão de urânio em Resende (conversão do "yellow-cake" em hexafluoreto do urânio). Mas esta contratação não foi precedida de nenhuma licitação internacional senão, apenas, de uma sondagem de mercado realizada pela Nuclebrás. Deste modo, se destacava ao Instituto de Pesquisas Energéticas da (sic) Universidade de São Paulo (sic) que já possuía experiência no assunto. Isto foi comprovado pelo engenheiro Hernani Amorim, superintendente do IPEN e membro da comissão licitadora de Poços de Caldas ao dizer que "no início da década de 60, o Instituto desenvolveu a primeira unidade piloto para a produção de urânio nuclearmente puro - uma tecnologia hoje plenamente conhecida. Em 1972 foi iniciada a Segunda etapa: produção de tetrafluoreto de urânio. No final do ano passado, o IPEN começou a produzir o hexafluoreto de urânio"

³⁴² Foi um programa da CNEN para a formação de técnicos na área nuclear. Segundo Marques (1992), Op. Cit. p. 90 o programa não supriu a demanda. Nós vamos mais adiante e achamos que dado ao que denominamos "desmantelamento da área nuclear", no Brasil, após, sobretudo 1990 (quando começou o governo Collor de Mello) o aproveitamento daqueles que usufruíram desse programa foi reduzido devido a falta de espaço para atuação científica e tecnológica no campo. Explicaremos com mais detalhes no texto.

³⁴³ Quanto aos bolsistas "Pró-Nuclear", faltou o espaço adequado para a aplicação do que aprenderam lá fora. Teria tudo isso sido obra do acaso ou já tinha sido pensado assim como foi o projeto Átomos para a Paz? Felizmente, o treinamento não é de todo perdido pois fica o "traquejo" de se trabalhar em ciência e tecnologia e que segundo depoimentos dos pesquisadores foi de muita valia para as suas carreiras.

³⁴⁴ Girotti, Carlos Alberto (1983). *Brasil: Estado nuclear e democracia*, p. 125. Nesse trecho Girotti cita Amorim In Nuclebrás importa o que o IPEN já tem, Estado de São Paulo, SP, agosto. 1979 e também "Nuclebrás procura negar as denúncias", Estado de São Paulo, SP, 02 de abril de 1980. Ambas Cfr. Andreoli, Paulo.

Fizemos questão de transcrever esse trecho do trabalho de Girotti porque, entre outros objetivos, nesse, temos o cerne do que queremos o tempo todo demonstrar: a Instituição esteve à deriva no que concerne à orientação governamental. Isto se deu por questões de uma falta de uma política científica interna no país, não só duradoura e com continuidade como capaz de incentivar um desenvolvimento de pesquisas que chamamos de "criativo" e não "mimético".

Vários são os trabalhos, publicados pelos pesquisadores da Instituição que constatarem que é verdadeiro o que afirmou Amorim. Portanto, não poderia haver a alegação de falta de conhecimento. O mínimo que os responsáveis pela condução da política científica e tecnológica de um país precisam saber é quais são as linhas gerais das pesquisas realizadas nos institutos, nas universidades do seu país etc.

Citaremos trabalhos, não só anteriores ao comentário de Amorim, mas também posteriores. Esses revelam a existência de uma linha de pesquisa que persistiu na Instituição, provavelmente, graças à persistência de seus pesquisadores. Isto já fica bem claro na própria declaração de Amorim quando cita datas que vão do início da década de sessenta até 1978.

Abrão e Lima³⁴⁵ já em 1961 publicam um trabalho intitulado "Produção de compostos de urânio nuclearmente puros no IEA".

Embora, naquela época, as experiências na área mais específica de engenharia química ainda estivessem localizadas, fisicamente, no Departamento de Radioquímica, a Instituição não mantinha em segredo a pesquisa. O trabalho citado acima foi apresentado no terceiro Congresso Inter-Americano de Aplicações Pacíficas de Energia Nuclear. Será que a denominação "pacífica" nos protegia de uma eventual retaliação?

Mais impressionante é a realização do trabalho intitulado "Separação e determinação de terras raras em urânio" de autoria de Abrão (1961)³⁴⁶. As terras raras, sobretudo no solo brasileiro, se encontram em grande quantidade nos nossos minérios ditos nucleares. As terras raras apresentam uma seção de choque razoável para nêutrons na faixa térmica e

³⁴⁵ Lima, F. W. ; Abrão, Alcídio (1961). Produção de compostos de urânio nuclearmente puros no IEA, pub. IEA-42.

³⁴⁶ Abrão, Alcídio (1961). Separação e determinação de terras raras em urânio, pub. IEA-46

epitérmica e, portanto, seriam contaminantes indesejáveis em urânio para uso como combustível nuclear.

A experiência que originou o trabalho especificado acima foi realizada nos laboratórios da Comissão Americana de Energia Atômica em New Brunswick. Não estávamos enviando um dos nossos mais capazes pesquisadores para ir fazer proselitismo ou turismo nos EUA. Também não tínhamos escolhido o tema sem propósito de alcançar a tecnologia de purificação do urânio. Aliás, o pesquisador em questão já havia trabalhado na indústria na área nuclear (Orquima em São Paulo).

Em 1954, a referida indústria, segundo o próprio Abrão³⁴⁷, inaugura em São Paulo a primeira unidade para recuperação de urânio, na forma de diuranato de sódio, como subproduto da industrialização da monazita.

Citamos um trabalho de Abrão (1994) intitulado "O ciclo do urânio no IPEN" que faz uma síntese de anos de experiência no campo³⁴⁸. França Jr. (1975)³⁴⁹ publica um trabalho intitulado "Unidade piloto de tetrafluoreto de urânio pelo processo de "leito móvel" em operação no IEA". Na introdução do trabalho é esclarecido que o objetivo é de desenvolver a tecnologia dos materiais para combustíveis nucleares e que se encontrava em funcionamento a usina piloto na Instituição.

Vamos destacar mais um trabalho, de 1982, que trata de uma unidade semi-industrial³⁵⁰: "Operação de uma unidade semi-industrial de produção de UO_3 " que foi uma dissertação apresentada no IPEN por Shigueaki Baba (dissertação para a obtenção do grau de Mestre na área de Concentração em Reatores de Potência e Tecnologia do Combustível Nuclear). Em 1978 iniciou-se a pré-operação da unidade semi-industrial contínua de DUA/ UO_3 .

Em 1980, Alcídio Abrão et al apresentaram um trabalho no XXI Congresso Brasileiro de Química realizado em Porto Alegre intitulado "Produção de flúor elementar no IPEN.

³⁴⁷ Doc. que serviu de referência para uma palestra proferida pelo Dr. Alcídio Abrão. Não publicado.

³⁴⁸ Abrão, Alcídio (1994), O ciclo do urânio no IPEN, publicação IPEN- 398.Op. Cit.

³⁴⁹ França Jr., J. Monteiro (1975). Unidade piloto de tetrafluoreto de urânio pelo processo de "leito móvel" em operação no IEA. Publicação IEA- 381.

³⁵⁰ Baba, Shigueaki (1982). Operação de uma unidade semi-industrial de produção de UO_3 .

Situação atual no Brasil e perspectivas futuras³⁵¹”. Muitos outros poderiam ser citados desde o início da Instituição.

Ressaltamos alguns trabalhos pelo seu caráter mais conclusivo, ou seja, já em fase de operação, quer em usina piloto ou semi-industrial.

Introduzimos essa análise no capítulo sobre o medo não porque somos defensores, a qualquer preço, da opção nuclear, mas para mostrar que o que parece "bom senso" e "politicamente correto" pode ser "faca de dois gumes". Ou seja, a alegação de que não estávamos preparados para trabalhar na área também não tinha sentido.

Vejamos outros acontecimentos na área internacional ainda nos baseando em Girotti (1983)³⁵². Na Holanda ocorriam manifestações contra o acordo com a URENCO para o fornecimento da fábrica de enriquecimento de urânio. Alegava-se que o Brasil era governado por uma ditadura militar e que era um perigo entregar, na mão dos militares, tal poder. A alegação pode ser verdadeira, mas suspeitamos que outras razões, também, se escondiam nessa³⁵³.

Acreditamos que em todas as etapas, seja de euforia ou de descenso nos investimentos governamentais na área de energia nuclear, sempre estivemos monitorados por esse estigma de Nação subdesenvolvida ou em desenvolvimento. Isso cria uma auréola de que somos incapazes de gerenciar as aplicações provenientes de novas tecnologias que iam surgindo. Fica no ar sempre o sentimento camuflado de que devemos, somente em alguns casos, adquirir equipamentos que tenham a tecnologia embutida, para que o país fornecedor possa ter um mercado à sua disposição.

Variantes ocorreram ao longo do tempo. É assim que, em pleno governo militar que apesar de uma série de problemas políticos e ideológicos eram "nacionalista" e tiveram a ilusão de que investindo em “compra de tecnologia”, rapidamente passaríamos de país em desenvolvimento para desenvolvido. Alguns anos mais tarde, tendo o acordo com a Alemanha ainda vigente, surge a experiência de "ARAMAR" ou "Projeto Paralelo" já

³⁵¹ Abrão, Alcídio; Ikuta, Álvaro; Wirkner, Felicitas M. e Silva, Felisberto P., Produção de flúor elementar no IPEN. Situação atual no Brasil e perspectivas futuras, inf. 6.

³⁵² Girotti, Carlos Alberto (1983). *Brasil: Estado nuclear e democracia*.

³⁵³ Girotti, Carlos Alberto (1983). *Brasil: Estado nuclear e democracia*; por exemplo, na p.185.

comentado anteriormente. Este foi um projeto da Marinha do Brasil, controverso e cheio de meandros nos seus objetivos. Marques (1992)³⁵⁴ comenta sobre o acordo com a Alemanha:

"Ressalte-se, (...), que enquanto as atividades nucleares brasileiras estavam restritas ao uso do reator de pesquisa do atual IPEN (...) e à operação de Angra I, "podia-se ter certeza de que suas finalidades eram exclusivamente pacíficas". A assinatura do acordo Brasil - Alemanha, (...) alterou esse panorama, (...) pelo fato de envolver atividades (...) como é o caso do domínio do ciclo do combustível, que inclui etapas que vão desde a prospecção de minérios atômicos, até o enriquecimento do urânio e o reprocessamento do plutônio³⁵⁵."

Antes de prosseguir vamos atentar aqui para um detalhe sutil da pouca importância que, uma parte dos dirigentes do país, dava à Instituição IEA, ou melhor, ao conhecimento desenvolvido no país preferindo e confiando no que vem de fora.

Já falamos que as principais etapas do ciclo do combustível vinham sendo estudadas e desenvolvidas com usinas piloto e semi-industriais, funcionando satisfatoriamente. Os trabalhos (anteriores ao acordo de cooperação com a Marinha do Brasil) eram publicados juntamente com os seus resultados.

Também entramos na área do reprocessamento. Porque não nos foi permitido opinar mais decisivamente face ao conhecimento adquirido³⁵⁶? Porque não fomos consultados na hora da tomada de decisão sobre que tipo de reator instalar? Seriam os trabalhos da instituição tão sem importância? A Instituição estava sob pleno controle. Era, praticamente, aberta em tudo o que fazia, uma vez que publicava, nesta época, os seus trabalhos com exceção daqueles realizados na área de reprocessamento. Estava sob as “vistas” da AIEA e a toda uma regulamentação que isso implicava, mesmo não tendo assinado o TNP.

³⁵⁴ Marques, Paulo (1992), Sofismas nucleares - O jogo das trapagens na política nuclear do país, p. 103.

³⁵⁵ Interessante é que esse acordo não nos capacitaria. Qualquer pesquisador de bom senso sabia disso. No entanto a comunidade internacional, mesmo assim teve medo, provavelmente porque confiavam mais na capacidade dos técnicos alemães do que nos brasileiros.

³⁵⁶ Essa pergunta merece uma resposta imediata do ponto de vista do governo, da época. O General Geisel não iria consultar o IEA, pois esse estava sob o controle dos EUA. O acordo foi secreto para evitar a interferência daquele país. Os militares poderiam ter consultado o IEA secretamente, mas pelo que sabemos não o fizeram. Além do mais, o professor Pieroni era conhecido pelas suas posições nacionalistas, só que com uma posição diferente daquela dos militares. Obviamente, o “staff” do IEA optaria por um desenvolvimento que nos deixasse menos dependentes dos países desenvolvidos. Ainda resta a opção de que os setores políticos dominantes, na época, tinham uma concepção de tecnologia desenvolvimento tecnológico a toque de caixa, sem falar que não confiavam nos seus próprios cientistas como fruto dessa concepção errônea.

Interessante é que, até então, a Instituição não tinha sido alvo dos movimentos ambientalistas diretamente na sua porta. Instalada em plena cidade de São Paulo, no sítio da Cidade Universitária da USP, onde, normalmente, encontram-se grupos de diferentes matizes, que questionam os procedimentos da sociedade, nunca nos foi inquirido para onde vão os rejeitos radioativos³⁵⁷, qual a forma de liberação dos efluentes líquidos e gasosos, etc.

Sabemos que esses efluentes não representam um impacto ambiental para a sociedade e para o meio ambiente. Inúmeros são os trabalhos e estudos nesse sentido e que foram publicados. No entanto o leigo não sabe. Isso nos faz crer que realmente o caráter das contestações é mais político e ideológico e que nem sempre está embasado no conhecimento da área em questão.

O IEA/IPEN não estava na mídia, embora seja um grande instituto de pesquisa no país em tamanho e qualidade, o seu reator não é de potência.

Girotti (1983) chama a atenção para o pouco conhecimento que se tem internamente dos grupos que militavam contra atividades nucleares no Brasil, sendo esses mais conhecidos lá fora³⁵⁸.

Ainda Girotti³⁵⁹ citando a atriz Cacilda Lanuza, na época das eleições em 1982, afirma que devemos *"examinar com cuidado os candidatos que escolhemos "* pois *"a questão do meio ambiente é simpática à população e um prato cheio para os políticos oportunistas"*.

A nossa preocupação, portanto, é que se cometam erros, por inocência ou não, e que se acabe exacerbando as posições que criticam a ciência, a tecnologia e os próprios cientistas.

Aliás, não é uma questão nova. Outros também têm essa preocupação. O próprio Girotti (1983)³⁶⁰ aparentemente pelo desenvolvimento de seu trabalho, um crítico ferrenho da

³⁵⁷ Os rejeitos radioativos de todo o país são armazenados praticamente no IPEN.

³⁵⁸ Girotti (1983) Op. Cit. p. 193 afirma e estamos de pleno acordo: " O Brasil engendrou, entre outros paradoxos, um muito particular seus militantes anti - nucleares são mais conhecidos na Europa que no próprio país. Nós não tivemos, (...) maiores dificuldades para encontrar nos arquivos holandeses o texto da obra de teatro "Pedra Podre" ."

³⁵⁹ Girotti (1983), op. Cit. p. 190.

³⁶⁰ Girotti (1983), Op. Cit. p. 186.

forma como foi encaminhado o nosso programa nuclear, apresenta no seu texto essa mesma preocupação.

Estendendo essa preocupação para a Instituição, a leitura parcial dos trabalhos publicados revela a competência científica e tecnológica do seu quadro de pesquisadores, mas faltou alguma outra coisa que esses, na sua maioria, não se deram conta por não terem tido o "background" necessário para isso.

O período de trabalho junto com a Marinha foi de crescimento para o IPEN. No entanto, como o projeto tinha um cunho secreto, os pesquisadores, praticamente, não publicaram os resultados obtidos. Mesmo nesse período não fomos acometidos pelo medo irracional dos efeitos maléficos da radiação e sim pelos efeitos políticos de entregarmos a bomba na mão de militares. As vozes que se levantaram, praticamente externas à Instituição, não pensavam em questões de proteção radiológica³⁶¹. Girotti (1983) documenta em seu trabalho:

"Conforme diversas notícias (43), um carregamento secreto de 8 toneladas de urânio nuclearmente puro, processado no IPEN de São Paulo, saiu (...) a bordo de dois aviões da Força Aérea do Iraque. Aparentemente, a utilização desse material livre de salvaguardas - possibilitaria ao Iraque trocar cinco vezes no ano a carga do seu reator (...) o resultado (...) seria a obtenção do plutônio (44). Em troca (...) se especula (...) o Iraque teria cedido ao Brasil uma parte desse material (...) para a fabricação de armas nucleares". Na referência 43 o autor cita: "a primeira notícia foi publicada por Kucinsky, Bernado; (...) the Guardian, London, June 12 1981. Depois foi a vez de Andreoli, Paulo (...) in O Estado de São Paulo, SP, 17 jun 1981. E tudo indica que o "Jornal do Brasil" contava ,simultaneamente, com a mesma informação de seu correspondente em Tel Aviv, Mário Chimanovich, que havia recebido de um agente do serviço secreto israelense (...)" Na referência 44 é citada outra fonte externa: " Fishlock, David (do Financial times) in Gazeta Mercantil, 10 ago. 1981."

Aqui reproduzimos este texto para reafirmar que, primeiro o disparo das contestações veio de fora e de fontes nitidamente preocupadas com questões políticas com um cunho ideológico e, provavelmente, com participantes pouco interessados com as questões técnicas ou mesmo de segurança nuclear³⁶².

³⁶¹ Girotti (1983), Op. Cit. p. 171.

³⁶² Temos em mãos um relatório cedido pelo Almirante Othon Pinheiro da Silva ex-coordenador da antiga COPESP. O relatório foi produzido pelo: Center for International Security and Arms Control situado na Universidade de Stanford, Califórnia, em 1997, e trata de uma análise do que foi o Programa Militar Nuclear Brasileiro. Neste relatório são levantadas as questões relativas ao medo que existia de que o Brasil viesse a desenvolver a bomba atômica.

A segunda questão é que foi quase desprezível a repercussão na Instituição, e, o quadro de pesquisadores não contestou as informações, ou seja, para quem estávamos trabalhando.

Enquanto isso, dentro da Instituição, as pesquisas foram dirigidas com aquele fito de segurança nuclear. O IPEN, na época do acordo com a Marinha, deslocou grande parte dos seus pesquisadores, que trabalhavam na Proteção Radiológica para, por exemplo, realizar o levantamento pré-operacional da área circunvizinha à Instalação em Aramar³⁶³.

A Instituição foi requisitada, e demonstrou competência tanto nesse período de trabalho junto com a Marinha, em que não temos praticamente registros, como nos outros em que temos registros por meio dos artigos publicados.

O que se coloca em pauta na incerteza do tema em discussão (Reator Nuclear e Bomba nuclear - Imagens confusas e juízos de valor) é a possibilidade de estarmos cooperando com os militares para fins não pacíficos e usos escusos da energia nuclear.

Por que a Marinha recorreu ao IEA? Temos pouca documentação para responder prontamente a pergunta. No entanto, podemos suspeitar que a Instituição pela competente formação de seu quadro de pesquisadores, comprovada nos trabalhos publicados na área, na formação de técnicos na área de física médica, na proteção radiológica, com a supervisão radiológica na indústria, que estavam trabalhando nos hospitais e indústrias do país e na produção de radioisótopos para tratamento e diagnóstico tinha mostrado para os militares a sua competência. Estes, por sua vez, também encontraram espaço, por incrível que pareça, discreto e aonde seriam aceitos.

Ficava, ainda, a dúvida quanto à confiabilidade política de seus pesquisadores. Vivenciamos o dia-a-dia da Instituição e podemos dizer como um depoimento que esse tema tão delicado nunca foi negligenciado pela Instituição. Além do mais, ainda como depoimento, somente alguns pesquisadores foram convocados para trabalhar no projeto junto com a Marinha. Um número muito menor desses teve contato mais direto com os

³⁶³ Um desses trabalhos visando à proteção do meio ambiente foi publicado com o nome "Programa de monitoração ambiental da usina de enriquecimento de urânio Almirante Álvaro Alberto", Hiromoto, Goro et all (1988), publicação IPEN 233 (1988).

pesquisadores contratados pela própria Marinha para levar a termo o projeto da usina de enriquecimento de urânio.

Não vamos nos deter nesta questão que é por demais ampla³⁶⁴. Preferimos pensar no problema dentro do limite mais estreito da pesquisa - interessados, nesse momento, em precisar que a Instituição, como é notório, participou de um projeto, que ao mesmo tempo lhe dava condições de ampliar os seus laboratórios, de mostrar toda a sua capacidade, de aplicar em grande escala tudo que dedicara toda a sua vida, tudo o que desenvolvera e aprendera durante toda a sua história, mas que tinha implicações políticas delicadas que não foram colocadas em discussão.

Foi um período de grande entusiasmo em que a Instituição não questionou, nem por um momento sequer, aonde o projeto queria chegar, mesmo que, individualmente, alguns pesquisadores o fizessem. A estrutura da Instituição não permitia que ocorresse um debate amplo e democrático.

No entanto, esses, ou continuavam no projeto ou eram literalmente deixados de lado. Houve mesmo um clima de euforia na Instituição, quem trabalhava no projeto, mesmo que numa "ponta secundária" de todo o processo, adquiria um "status social" mais elevado do que o seu colega que não o fizesse.

Resultado é que praticamente todos queriam ser convocados para cooperar no projeto, que ninguém conhecia por inteiro, por ser secreto, mas que todos sabiam existir. Não foi possível esconder que "alguma coisa" de diferente estava acontecendo dentro da Instituição. A movimentação foi grande. De repente, novos prédios, novas instalações, cercas, equipamentos etc.

Entrementes toda essa discussão não retira o caráter ambíguo do medo. Devemos ser altamente críticos, não rejeitar de todo questões que são postas pelos "contra o nuclear", mas sempre tendo a razão como suporte de análise. Devemos ser críticos e também não rejeitar as opiniões daqueles que são a "favor do nuclear". Devemos ter bem claro o que Oliveira (2000)³⁶⁵ escreve:

³⁶⁴ Sem sombra de dúvida é uma questão para outro trabalho que pretendemos futuramente abraçar

³⁶⁵ Oliveira (2000), "O destino não é mais o que era antes", Op. Cit.

"Confrontando com essa vertigem de mudanças, entre o fascínio e o medo somos chamados a formular juízos de valor. Onde há abertura, possibilidade, incerteza, a escolha se instala, trazendo consigo seu complemento, esse sim, inescapável"

Ainda Oliveira (2000)³⁶⁶ se pergunta:

"As estruturas da sociedade evoluirão com a mesma rapidez e refinamento com que evolui a ciência?"

Aqui comentamos que, provavelmente, a resposta é afirmativa desde que nos empenhemos – sempre estamos falando disso desde a apresentação do trabalho –, de aliar todas as áreas do conhecimento. Frisamos uma vez mais a importância da história da ciência. Somos propensos a pensar que a própria Oliveira ainda que não tenha diretamente respondido a questão nesse artigo, também acredita que sim, pois continua se questionando sobre o papel da ética isolada.

Esta autora afirma que é preciso que a discussão e o confronto entre os diferentes juízos de valor sejam estimulados. Embora a Instituição de que estamos tratando tenha realmente participado do processo de desenvolvimento de tecnologia, mesmo que, com poucas oportunidades de repassá-las para a indústria, tenha também contribuído socialmente com a produção de radioisótopos, e tenha prestado serviço de segurança radiológica, tenha formado pesquisadores para diversas áreas de atuação, por conta do isolamento político, fruto de trabalhar com uma área de interesse militar e estratégico (começa a haver uma abertura nesse sentido agora, no final da década de noventa e início deste século XXI), nunca se questionou o juízo de valor que estava embutido em toda a sua atuação.

Lembremos também que embora o contato com a USP tenha existido, comentamos anteriormente que não foi tanto quanto esperaríamos e agora justificamos: caso tivesse havido uma troca de experiências mais intensa, de forma institucional, com a universidade - houve pouca interação com a área de humanas -, teria ocorrido um debate mais aberto quanto à validade de cooperação com uma das forças militares do país em um momento histórico tão delicado como foram os anos oitenta. Isso não significa que não faríamos o

³⁶⁶ Oliveira (2000), "O destino não é mais o que era antes", Op. Cit.

trabalho conjunto, mas que seria discutido pela comunidade, ao menos do IPEN, os limites ideológicos e filosóficos do projeto. Isso não foi feito, ao menos abertamente.

O medo da comunidade externa, esclarecida e bem intencionada³⁶⁷, não teve maiores consequências: desenvolvemos a tecnologia do ciclo do combustível praticamente em todas as suas etapas com exceção ao reprocessamento e não a utilizamos para fins militares. Aliás, os militares consultados e que estiveram ou ainda estão envolvidos com o projeto, nos afirmaram que este não era o propósito. Os depoimentos de outros pesquisadores como o Doutor Rex Nazareth também estão na mesma linha. Não nos ocupamos em desvendar essa verdade. Colocamos como depoimento o que nos disseram e vimos através dos trabalhos consultados. Este é um capítulo para o futuro quando possivelmente alguns arquivos forem liberados.

No entanto, o propósito do capítulo é discutir a questão tal como foi posta porque lidamos com tecnologias que podem ser usadas para diferentes fins e porque colocamos em pauta as estratégias de como nos precaver para que as mesmas sirvam à sociedade em vez de ultrajá-la. Um outro propósito é discutir que o medo não pode nos limitar se alguns critérios forem preservados e definir esses critérios. Ainda devemos discutir como a Instituição fez e faz frente a critérios de segurança e ética.

Começamos o capítulo com uma citação da Oliveira (2000)³⁶⁸ e terminamos com outra citação dessa escritora:

"Não há por que atribuir as novas tecnologias (já não tão nova assim no caso do nuclear, mas ainda polêmica) um gosto faustiano de pacto com o diabo. É possível que sejamos capazes de elaborar lugares e processos de debate e decisão sem renunciar a elas como se fossem demoníacas nem tampouco a ela aderir com sofreguidão de nos improvisar em deuses. Tentemos apenas sermos humanos. Artistas a braços com sua própria obra."

*Rosiska Darcy Oliveira*³⁶⁹

Estaríamos restringindo a nossa análise se refletíssemos somente o caráter científico das publicações produzidas pelos seus "servidores" ou se também procurássemos encontrar a lógica dessas produções somente "olhando" as questões mais gerais de história da política científica e econômica adotadas no país.

³⁶⁷ Era um medo político que se pautava no fato de que a sociedade não debateu o projeto, não foi esclarecido a que se prestaria.

³⁶⁸ Oliveira (2000), "O destino não é mais o que era antes".

³⁶⁹ Oliveira (2000), "O destino não é mais o que era antes".

Existem outros fatores que tiveram seu peso, em determinadas fases, no rumo adotado pela Instituição. O difícil é correlacionar todos num jogo com regras complexas e destarte por questões de facilidades somos obrigados a compartimentar a discussão para no final remontá-la. Faremos um corte temporal onde introduziremos uma análise estrutural sem perder o jogo dialético do montar e remontar a história por meio de raciocínio que se opõe para se juntarem posteriormente num processo de reconstrução. Fazemos isso vendo os “ingredientes” da história da Instituição de uma maneira holística submetendo a estrutura à variável tempo.

V. Aspectos tecnológicos da área nuclear e a Instituição

-Enfoque histórico-estrutural

1. Situação Brasileira anterior à criação do IEA - Raízes³⁷⁰

“O prazer da leitura, para mim, está não naquilo que leio, mas naquilo que faço, com aquilo que leio. Ler, só ler, é parar de pensar. É pensar os pensamentos dos outros. E quem fica o tempo todo pensando o pensamento dos outros acaba desaprendendo a pensar seus próprios pensamentos: outra lição de Schopenhauer. Pensar não é ter as informações. Pensar é o que se faz com as informações. É dançar com o pensamento, apoiando os pés no texto lido: é isso que me dá prazer”.

Rubem Alves³⁷¹

Para uma melhor compreensão do processo de desenvolvimento da pesquisa, no campo nuclear no Brasil, iniciada basicamente na década dos anos quarenta, devemos remontar aos anos vinte do século XX.

Entre 1920 e 1940, ocorreu um aumento significativo de alunos cursando o nível superior no país, em torno de 60%³⁷². Isto teve muito a ver com o interesse em formar pessoas capazes de suprir as necessidades industriais nascentes no país e com a dificuldade de importação, advinda da crise mundial de 1929.

Devemos sublinhar que, na década de 30, ocorre uma diferenciação importante na concepção do ensino superior. A criação da USP é um reflexo disto (assunto já comentado

³⁷⁰ Vamos, neste capítulo, introduzir aspectos gerais da política científica brasileira e sua inserção no cenário internacional seguindo, na medida do possível uma ordem cronológica com análises. No entanto, algumas vezes, pela relevância do tema ou oportunidade avançamos para depois retroceder no tempo. Para escrever esse capítulo e os posteriores nos baseamos fundamentalmente em: Guilherme Olympio (1957): “O Brasil e a Era Atômica”; Schwartzman, Simon (1979): Formação da comunidade científica no Brasil; Cabral, Milton (1983): “A questão nuclear”; Girotti, Carlos Alberto (1983): “Brasil: Estado nuclear e democracia”; Motoyama, Shozo (1985): “A gênese do CNPq”; Marques, Paulo (1992): Sofismas Nucleares. O jogo das trapaças na política nuclear do país”; Fausto, Boris (1999): História do Brasil”; Singer, Paul (1974). Uma interpretação do Brasil: uma experiência histórica de desenvolvimento; Pereira, Luis Carlos Bresser (1995). Modernização incompleta e pactos políticos; Publicações IEA/IPEN e entrevistas com os pesquisadores do IPEN. Registramos os resultados obtidos com os dados disponíveis. No entanto, pode-se “ver” o rumo que pretendemos dar – e vínhamos dando nos capítulos precedentes – desde as nossas primeiras análises e que mantivemos nos capítulos posteriores.

³⁷¹ Alves, Rubem (2001). A leitura dos jornais nos torna estúpidos?

³⁷² No que diz respeito às mudanças na área educacional Boris Fausto resume: “Entre 1920 e 1940 houve algum declínio do índice de analfabetos (...) Estima-se que naquela época (o autor refere-se a 1920) o índice de escolarização de meninos e meninas entre cinco e dezenove anos, (...) era de cerca de 9%. Em 1940, o índice chegou a mais de 21%. No que diz respeito ao ensino superior, houve um incremento de 60% do número total de alunos entre 1929 e 1939, passando de 13 239 para 21 235”. Fausto (1999), p. 394. Devemos acrescentar que a população neste mesmo período cresceu em torno de 50%. Também notamos que a população brasileira nos dois períodos era composta por uma maioria abaixo dos vinte anos (54%). Isso revela que houve um real aumento do nível de escolaridade no país, mesmo que o número de analfabetos ainda fosse grande.

por nós no capítulo “Institucionalização da Ciência”). Vejamos o que pensa Schwartzman³⁷³:

“Apesar de suas dificuldades iniciais, a Universidade de São Paulo, e particularmente sua Faculdade de Filosofia, constitui a mais importante instituição científica criada no Brasil desde Manguinhos. Isto se deve, em boa parte, à própria riqueza do Estado de São Paulo (...). mas, seria ilusório pensar que se trata somente de uma questão de riqueza. (...), a Universidade de São Paulo, em sua concepção inicial, não tem paralelo ou semelhança com as demais universidades brasileiras, exceto, talvez, a frustrada Universidade do Distrito Federal, aonde Afrânio Peixoto, a exemplo de Teodoro Ramos, vai à Europa em busca de professores, convidando, entre outros, Henri Hausser, Eugene Albertine e o filósofo Émile Brehier. Além das vicissitudes políticas no Rio de Janeiro, no entanto, a UDF era bem mais tímida em sua inspiração (.)”.

Selecionamos este trecho de Schwartzman por o acharmos importante e concordamos com suas observações. Gostaríamos de acrescentar que a vinda daqueles professores estrangeiros não teria surtido efeito, não fossem as condições propícias que assinalamos no capítulo "Institucionalização da Ciência no Brasil". Além do mais, achamos importante acrescentar que, se não contávamos com uma física como nos países desenvolvidos, não era por falta de profissionais capazes no Brasil e isto será demonstrado ao longo de nossas discussões.

Neste período, não foi somente a criação de ensino superior, mas também de institutos de pesquisas (tecnológicas) voltados para o apoio à industrialização e à atividade extrativa assim como um sistema administrativo federal burocratizado que, segundo Schwartzman³⁷⁴(1995), acaba limitando a capacidade de iniciativa e de ação própria das poucas instituições de pesquisas governamentais, ou seja, a centralização administrativa, nesse caso, limitou a pesquisa governamental.

Este comentário é importante para que, posteriormente, possamos refletir sobre a história do próprio IEA como uma dupla centralização. A primeira delas definida acima e a segunda, advinda do próprio estilo de gerenciamento dos primeiros superintendentes da Instituição, com destaque para Rômulo Ribeiro Pieroni, como já discutido parcialmente, que foi superintendente do IEA de 19/02/1963 a 04/06/1979.

³⁷³ Schwartzman, Simon (1979). *Formação da comunidade científica no Brasil*.

³⁷⁴ “Em resumo, é possível dizer que, enquanto a Universidade de São Paulo conseguiu estabelecer-se com relativa autonomia e independência, a pesquisa governamental propriamente dita acabou sofrendo nas mãos da centralização e das tentativas de racionalização administrativa, e se frustrou”. Schwartzman, Simon (1995). *Ciência e tecnologia na década perdida. O que aprendemos/ In lições da década de 80*. Pág. 244.

Ainda devemos acrescentar que, a partir dos anos 30, foi o Estado que definiu a estratégia para alcançar o desenvolvimento. Segundo Pereira³⁷⁵ (1995) essa estratégia teve efeitos até a década de 60. Em 1964 os militares continuaram com a política de substituição de importação³⁷⁶, muito embora, a partir de 1970, essa tenha sido financiada com recursos externos levando posteriormente (a partir de 1979) ao estado de falência que repercute na nossa imensa dívida externa até os dias de hoje.

Lembremos que, segundo as concepções teóricas e metodológicas por nós adotadas (modelo SMT³⁷⁷), a ciência é uma construção humana onde, além da realidade pura e simples, estamos expressando um dado momento histórico em uma dada sociedade³⁷⁸.

Em 23/08/2001, numa palestra proferida pelo professor Marcello Damy (primeiro superintendente do IEA; 31/08/1956 a 19/02/1961) intitulada "A Física Nuclear na USP"³⁷⁹, encontramos um referendo, a mais, para a nossa linha de pensamento. Reproduzimos um trecho da apresentação do palestrante feita por um discípulo³⁸⁰ dele, para exemplificar as dificuldades daquela época:

³⁷⁵ Pereira, Luiz Carlos Bresser (1995). Modernização incompleta e pactos políticos. In Lições da década de 80. Pág.105-106.

³⁷⁶ O termo "substituição de importação" nem sempre adquire exatamente o mesmo significado para diferentes autores. Tavares (1983) explica que muitas vezes ele é empregado numa concepção literal e que, nesse caso, significa substituir certas importações pela produção interna. Isso conduz a um entendimento deturpado da dinâmica do que realmente ocorre. " (...) dá a impressão de que consiste em uma operação simples e limitada de retirar ou diminuir componentes da pauta de importações para substituí-los por produtos nacionais. (...). por outro lado, no lugar desses bens substituídos aparecem outros e à medida que o processo avança isso acarreta um aumento da demanda derivada por importações (de produtos primários e bens de capital) que pode resultar numa maior dependência do exterior, em comparação com as primeiras fases do processo de substituição". Tavares, Conceição (1983). Da substituição de importação ao capitalismo financeiro. Ensaio sobre economia brasileira. Página 29-53. Tavares continua analisando, mas nos contentamos em colocar apenas esse trecho de sua obra para depois refletir quando o IPEN "fala" em nacionalizar produtos e processos. Esta concepção iremos encontrar, seguidamente, nos discursos dos pesquisadores e dos dirigentes da Instituição. Outrossim, devemos nos preocupar como isso pode ocorrer sem onerar o país.

³⁷⁷ O modelo SMT (substrato mental e técnico), proposto por Motoyama, Shozo (1975). "A formação da mecânica clássica: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico". Isso foi discutido, anteriormente, no capítulo: "Pressupostos teóricos e metodológicos".

³⁷⁸ Alceu Valença expressa em sua poesia que devemos estar mais atentos em nossas análises: Nem todo beijo é pecado / Nem toda fruta é maçã/ Nem todo réu é culpado/ Nem toda culpa é cristã/ Nem toda carta é marcada/ Nem toda lente é ray-ban/ Por isso eu exijo respeito.

O trecho transcrito é da letra de uma de suas composições intitulada "Bobo da Corte" e encontra-se no CD intitulado "Sol e Chuva".

³⁷⁹ Daqui por diante quando nos referirmos a essa palestra colocaremos: Damy (2001), palestra. Gravamos a palestra. Além do que foi comentado no texto em questão, o depoimento revela a importância de um dos nossos pesquisadores para a ciência como instituição no país, não somente para o IEA ou para a universidade. Essa é uma análise que nós fazemos "calcada" na definição de ciência de Bernal (1954) que foi aqui adotada e definida no capítulo de: "Pressupostos teóricos e metodológicos".

³⁸⁰ Professor Doutor Iuda Dawid Goldman Vel Lejbman.- professor do Instituto de Física da USP.

"A habilidade instrumental do professor Damy sempre se manifestou. Outro ponto inicial da carreira do professor Damy, e da consolidação da física no Brasil foi exatamente o bétatron. O bétatron teve o seu primeiro feixe em 1950 (...). 1950 era a época onde a tecnologia brasileira era absolutamente incipiente (...) esse bétatron foi a origem de (...) experiências em reações foto-nucleares (...). o professor Damy foi o iniciador, foi completamente o pioneiro na energia nuclear no Brasil e de novo a situação que ele teve de enfrentar foi uma absoluta falta de tecnologia e "construiu" um reator nuclear que foi inaugurado em 1957 (...). E esse reator deu "origem" ao Instituto de Energia Atômica, atual IPEN (...)".

Estamos falando do substrato técnico definido no modelo que adotamos "SMT"³⁸¹, que como Motoyama define, no plano da produção concreta, a ciência (ou a tecnologia) pode ser considerada como resultado da interação entre cientista e a natureza, mediada pelos substratos mental e técnico. Este último é função de pelo menos duas coordenadas: estágio técnico de uma dada sociedade e as características da produção econômica.

Não precisamos ir tão longe, era recente a criação das nossas universidades nos moldes ditos “modernos” para a época. Todas estavam voltadas para a pesquisa científica segundo a legislação estabelecida no início da década de 30 (Schwartzman-1995)³⁸². A indústria era incipiente, tínhamos acabado de sair de uma economia fortemente fincada na produção e exportação do café. Começávamos a nos industrializar. Isso ficou subtendido no discurso do Doutor Iuda D. G. Vel Lejbman, no trecho logo acima, quando ele fala que não éramos desenvolvidos em termos de tecnologia.

Segundo Paul Singer³⁸³ (1974), o período entre 1933 e 1955 é caracterizado pela constituição da indústria de base. Ocorre uma alocação de capitais agrícolas e industriais, sendo estes ligados ao mercado interno. É uma industrialização extensiva ao longo da estrutura industrial já montada anteriormente ou complementar à mesma. Após a crise de 1928-1932, ocorreu uma duplicação da atividade industrial para alguns ramos de bens intermediários como, cimento, mobiliário em geral, papel, borracha e siderurgia tendo os dois últimos o envolvimento do capital estrangeiro. O modelo adotado é o já conhecido de substituição de importação.

³⁸¹ Motoyama, Shozo (1975). "A formação da mecânica clássica: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico"

³⁸² Schwartzman (1995), Pág. 244.

³⁸³ Singer, Paul (1974). Uma interpretação do Brasil: uma experiência histórica de desenvolvimento. Página 225-230.

Na realidade, o desenvolvimento pleno ocorre no período que vai de 1956 a 1967. No primeiro período citado, a grande expansão da indústria está atrelada aos bens de consumo não duráveis – fiação, tecelagem³⁸⁴. A tônica do governo é de fortalecer a economia nacional tornando-a menos dependente do mercado mundial e fortalecendo, desta maneira, o mercado interno por meio da industrialização. Singer ³⁸⁵(1974) argumenta que isso significa abrir as regiões semi-isoladas, que viviam em economia de subsistência e integrá-las na divisão inter-regional do trabalho. Ao ampliar o mercado para o capital industrial está se beneficiando a acumulação de capital e gerando riqueza, do ponto de vista capitalista. Tudo isso significa a ampliação da infra-estrutura de transporte e comunicação e energia.

Também devemos pensar que, se um país visa crescer através da implantação de indústrias, isso significa mais demanda de energia. O fato de haver a demanda não significa um apoio governamental para a produção de energia através da nuclear, muito embora na criação do IEA esse fosse um dos principais objetivos (Publicação IEA-1).

No caso brasileiro, a produção de energia, olhando sob o ponto de vista histórico, observaremos que a questão energética está sendo resolvida pelas hidrelétricas. A partir da década de cinquenta até a de setenta, o Estado brasileiro optou por energia hidrelétrica. Era realmente a forma de produção de energia mais barata para o nosso país, sobretudo, dada a abundância das quedas d'água de que dispomos. No entanto, ficamos sujeitos ao regime de chuvas.

Segundo Motoyama (2002)³⁸⁶ na Escola Politécnica Lucas Nogueira Garcez ³⁸⁷preparou o pessoal da hidráulica para essa opção, na segunda metade da década de quarenta do século XX. Embora o nosso potencial hidroelétrico ainda tivesse muito para ser explorado, alguns já pensavam de forma “futurística” no domínio da tecnologia nuclear. Com a crise

³⁸⁴ Não é à toa que Noel Rosa dedica uma de suas famosas canções a moça possivelmente bonita que trabalha na fábrica de tecidos: “Quando o apito da fábrica de tecidos vem atingir os meus ouvidos eu me lembro de você.” Três apitos de Noel de Medeiros Rosa (11/12/1910 – 1937). Noel Rosa, como ficou conhecido, com o seu olhar sensível e arguto, seu talento musical precoce, captou o que acontecia na sua bela cidade do Rio de Janeiro e mais próximo ainda a sua querida Vila Izabel. Suas letras descrevem com a inteligência que lhe era peculiar o período do final dos anos vinte até quase o final dos anos trinta. Neste intervalo de tempo temos a grande urbanização da cidade do Rio de Janeiro, a revolução de 1932, etc. A composição denominada “Três apitos” é do início dos anos trinta e ao que parece foi composta para uma namorada que trabalhava não numa fábrica de tecido, mas em uma fábrica do Rio de Janeiro possivelmente de botão.

³⁸⁵ Singer, Paul (1974). Uma interpretação do Brasil: uma experiência histórica de desenvolvimento. Página 225-230.

³⁸⁶ Comunicação particular. Gravada

³⁸⁷ Governador do Estado de São Paulo (14/03/1947-31/01/1955) e professor catedrático da Escola Politécnica da USP. Especialista em hidráulica

mundial dos anos 30 e a II Guerra Mundial segundo Singer³⁸⁸ (1974) os interesses internacionais deixam de representar possibilidades reais de desenvolvimento das forças produtivas.

É nesse período que surge a figura do Almirante Álvaro Alberto na luta, por nós comentada, pela nacionalização dos nossos minérios ditos “atômicos”. A corrente nacionalista se vê, então, reforçada, nesse período, e a burguesia nacional, nesse contexto, acaba refletindo as diferentes tentativas por parte, sobretudo, dos intelectuais de dominarmos a tecnologia nuclear. No entanto, ainda estávamos, tanto do ponto de vista do substrato técnico como mental, muito imaturos para a tomada de decisões, que implicassem em reais ações na década de 30 a 40 do século XX.

Recordemos que entre 1930 a 1945 como consequência da substituição de importação artesanal por fabril aumentou a necessidade de produtos importados, apesar da política de industrialização por substituição, aliada a economia que o país fez no período da II Guerra Mundial, onde aumentou a sua capacidade de importação no pós II Guerra.

Quando a manufatura é substituída pela indústria capitalista surge a necessidade de matérias primas e bens de capital importados³⁸⁹. Singer faz um raciocínio que se presta ao que ocorreu em larga medida nas instituições brasileiras. Quando pautamos as nossas pesquisas seguindo o que está sendo pesquisado nos institutos e universidades dos países do primeiro mundo, inicialmente tentamos reproduzir, de maneira quase artesanal, os equipamentos que possam acompanhar as pesquisas. Para isto contamos com uma infraestrutura, como já assinalamos, em capítulo anterior, das oficinas mecânica e elétrica e uma Divisão de Eletrônica do IEA.

A nossa indústria não se encontrava preparada para suprir nossas necessidades advindas da especialização na área de física, química, biologia, metalurgia, etc. Por outro lado, também não está interessada em incorporar o que fomos desenvolvendo. Não interessa em termos de custo benefício se especializar nos campos acima com o desenvolvimento de alta

³⁸⁸ Singer, Paul (1974). Uma interpretação do Brasil: uma experiência histórica de desenvolvimento pág. 239.

³⁸⁹ “Os processos de produção industriais aplicados no Brasil são todos provenientes dos países industrializados e sua implantação requer, como é óbvio, suprimentos destes países (...). a superioridade do capitalismo industrial face à produção simples de mercadorias consiste precisamente na sua maior produtividade, que se reflete em custos mais baixos. Mas esta superioridade só se materializa na medida em que o capital pode dispor de equipamentos e matérias primas adequadas”. Singer, Paul (1974.), pág. 222.

tecnologia para a época. Também não havia como desenvolver em pequena escala no próprio Instituto, além do que não era o seu objetivo.

Quando deixamos de produzir alguns dos nossos equipamentos e adotamos sua importação, surge, com o tempo, a necessidade de peças de reposição e insumos básicos como, por exemplo, lubrificantes específicos, filtros, produtos químicos de alta pureza, lentes especiais, etc. Torna-se um círculo vicioso.

Ainda em Singer (1974), notamos que o que aconteceu na industrialização do país, também ocorreu na Instituição. Se começamos a desenvolver uma tecnologia “cópia” do que é feito lá fora ficamos à mercê de uma maior importação.

No caso do Instituto não se tratava de uma produção em série e sim de pesquisa, mas, na sua devida escala a mesma é, em essência, o que acontecia³⁹⁰. Por outro lado, o processo de industrialização na área de metalurgia, iniciado neste período, veio a favorecer as pesquisas, na área, na Instituição.

Anteriormente, comentamos várias vezes a intensa atividade na área de metalurgia que contou, entre outros, com o professor Tharcísio Damy de Souza Santos. Foram atividades que se estenderam pelos anos sessenta a oitenta. Hoje, o IPEN tem uma ampla capacitação e um grupo bastante ativo na área de metalurgia, atualmente, denominada Coordenadoria de Ciência e Tecnologia dos Materiais - CCTM. Não é por acaso que, logo no início da sua criação, este grupo atuava logicamente voltado, sobretudo, para aplicações ligadas à fabricação de elementos combustíveis.

O país já vinha acumulando experiência na área de metalurgia, desde os anos anteriores, na indústria como pudemos apreender dos dados estatísticos retirados de alguns artigos como Singer (1974) assim como buscamos na “Acta Metalúrgica”.

³⁹⁰ Entre 1939 e 1952 (o IEA foi criado na segunda metade dos anos cinquenta) a produção industrial brasileira cresceu a uma taxa média de 8,3% ao ano. Os ramos que mais se desenvolveram neste período foram a indústria de borracha (18,4% a.a), de material de transporte (16,1% a.a) metalúrgica (15,2% a.a), de minerais não metálicos (12,1% a.a) e química e farmacêutica (10,5% a.a) (...). Não é por acaso que esses foram os ramos em que as importações mais cresceram, durante estes anos. Singer (1974) pág. 222. “A usina de Volta Redonda da Cia Siderúrgica Nacional foi construída durante a guerra e começou a produzir em 1946, contribuindo para baixar a participação da metalurgia na pauta de importação em 1952. Foi a primeira empresa de capital monopolista a surgir no panorama industrial brasileiro, marcando desta maneira uma mudança qualitativa no processo de industrialização”. Singer Paul In: Fausto, Boris (1985) pág. 224.

No entanto, estamos sempre esbarrando em contradições oferecidas pelo modelo de industrialização adotado. Tínhamos que produzir o que não podia ser importado, sendo que a acumulação de capital necessária para a produção em grande escala era inexistente³⁹¹.

Tínhamos que conviver com a falta de tecnologia. Estava começando a haver um esforço de modernização nas áreas tecnocientíficas e industriais. Acreditamos que os nossos pesquisadores, recém formados, tiveram uma certa influência nas medidas políticas para essa reformulação, uma vez que, em momentos decisivos para o país, foram chamados a contribuir (como a experiência com o Sonar, na II Guerra). Além do mais, muitos tiveram a oportunidade de travarem contato com pesquisadores estrangeiros, tanto no Brasil como lá fora. Portanto, tinham uma visão mais ampla das políticas para C&T de outros países. Essa experiência foi se espalhando pelos institutos de pesquisas criados. Aqueles que não foram estudar fora do país acabaram sendo formados por pioneiros, como o professor Marcello Damy.

Com a criação das Universidades de São Paulo e a do Distrito Federal³⁹² após 1934, ocorreu a formação de cientistas a cargo de pesquisadores, no caso da física, do gabarito do professor Gleb Wataghin³⁹³. Os pesquisadores brasileiros absorveram os conhecimentos de seus mestres. Isto faz-nos crer que, se não avançamos tecnologicamente como os países do primeiro mundo, não foi por falta de esforço individual. Não podemos ignorar os feitos e a enorme capacidade de alguns pesquisadores brasileiros ao longo do tempo³⁹⁴.

³⁹¹ Singer (1974) acentua que: “Um mercado de capital desta espécie não pôde ser formado no Brasil, seja porque não havia classe média poupadora mas não investidora bastante rica, seja porque o capital brasileiro não se dispunha a dar o passo correspondente no sentido de entregar a gestão de suas empresas a uma tecnoburocracia profissional, sob o controle dos agentes do capital financeiro. Ou seja, a partir da década de trinta tornava-se necessário que o Brasil passasse à etapa do capitalismo monopolista (...) teve que ser realizada mediante a intervenção do capital estatal e mais tarde do capital monopolista. Entre 33-55 o capital monopolista dos países industrializados não se mostrou interessado em se inserir em proporções significativas no processo de industrialização do Brasil” Ainda no período ocorreram outras iniciativas, sendo uma delas ligada à infra-estrutura do petróleo. “Estabeleceu-se o monopólio estatal da exploração e do refino do petróleo por lei e como vimos constituiu-se a Petrobrás”. Singer (1974) pág. 223. Outra iniciativa foi na área de energia elétrica com a construção da usina hidroelétrica de Paulo Afonso, no rio São Francisco. Como vemos o nuclear nem passa pela cabeça dos nossos governantes no sentido de colocar de fato essa força para gerar energia.

³⁹² “Os anos 30, que são o período do governo Getúlio Vargas, e de centralização política administrativa crescente no país, se caracterizam por uma série de tentativas de estabelecimento de novas instituições de pesquisa e de ensino superior, cada qual buscando o predomínio de uma maneira de se organizar e trabalhar” Schwartzman (1995). Pág. 243

³⁹³ É bem conhecida a história sobre o físico italiano Gleb Wataghin, de origem russa que foi convidado por Teodoro Ramos, para vir para o Brasil. O convite foi feito através de Francisco Cerelli da Academia de Ciências da Itália que por aqui passara e sugeriu a Armando Salles a criação de uma escola onde as atividades científicas pudessem ser desenvolvidas, paralelamente às escolas profissionais, nos moldes das universidades italianas (Schwartzman, 1979, Op. Cit., p. 209-210). Entre 1934 e 1942, Wataghin deu início a duas linhas de pesquisas, uma de física teórica e matemática com Mário Schenberg, Abraão de Moraes, Walter Schutzer e outra de física experimental e raios cósmicos com Marcello Damy, Paulus. A Pompéia e Y. Monteux (Schwartzman, 1979, p. 254).

³⁹⁴ Damy (2001), palestra. Reproduzimos um trecho em que se apresenta "Marcello Damy: "O primeiro contato que tive com o professor Damy foi efetivamente quando eu era estudante do colegial naquele tempo chamado (...). Acabamos sendo o que hoje a gente chama "estudante de iniciação científica". Nós fazíamos algumas medidas (...) de radiação

O debate em torno do desenvolvimento científico está vinculado à estrutura de ensino capaz de formar pessoal capacitado para assumir atividades de pesquisa³⁹⁵.

O desenvolvimento de tecnologia e a sua difusão até chegar ao mercado como inovação passa por várias etapas. Não obstante, antes desse caminho temos que vencer algumas barreiras. Entre estas, três são vitais: a existência de mão de obra qualificada, seja intelectual ou técnica (substrato mental), o investimento necessário e a vontade política do governo de agilizar e providenciar meios que operacionalizem o processo, a ação efetiva, ou mesmo que o finalize, sobretudo, em países em desenvolvimento.

Em uma entrevista, Emílio Umeoka (2002), diretor geral da Microsoft Brasileira³⁹⁶, pontua que o Brasil tem mão de obra qualificada e cita que na Microsoft, em Seattle, nos EUA existem 120 brasileiros desenvolvendo código para a empresa. É patente, na nossa história, que os nossos problemas passam principalmente por questões de verba, ou seja, investimentos para C&T além da vontade política de investir na área de C&T que transforme os anseios em ações. O contraste do que se investe em educação no primeiro mundo e no Brasil é muito grande.³⁹⁷

cósmica usando fantásticos contadores "Geiger" que o professor Damy tinha construído e naquele tempo isso aqui era uma iniciativa pioneira. Quer dizer não se construía contadores "Geiger" com muita facilidade. Esses contadores "Geiger" serviram para uma experiência que essencialmente foi o marco da física experimental no Brasil (...). O período a que se refere o apresentador é anterior ao ano de 1956. Posteriormente Damy indo trabalhar na PUC de São Paulo levou essa experiência para os seus novos alunos. Mas, no IPEN a experiência também se fez sentir com mais de dois grupos que ao longo dos anos da Instituição trabalharam com o desenvolvimento de detectores. Ver anexo II. Acrescentamos que em uma entrevista com o Professor Doutor José Goldemberg realizada em 09/10/2003 afirma que o grupo, nessa época, se preocupava muito mais com os equipamentos e que isso marca o grupo de física experimental da USP até os dias de hoje.

³⁹⁵ A tentativa de reformas de ensino no Brasil datava dos anos vinte, muito posterior aos países europeus como a Inglaterra, Alemanha etc. Temos a criação da Universidade do Rio de Janeiro em setembro de 1920 (agregando a faculdade de Direito, Medicina e Politécnica). Em 1931 foi criado o Estatuto das Universidades Brasileiras o qual reorganizou a Universidade do Rio de Janeiro (em 1937 transforma-se na Universidade do Brasil). Em 1934 ocorre a fundação da Universidade de São Paulo (implantada pela elite paulista). Em 04/04/1935 a Universidade do então Distrito Federal, extinta em 1939, é incorporada à Universidade do Brasil. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 176.- 190.

³⁹⁶ HSM Management 35. Nov./Dez 2002. WWW. hsmmanagement.com.br

³⁹⁷ "Nossos dirigentes pecam em (...) dois pontos fundamentais. Primeiro, eles não prestam à devida atenção ao fato de que é necessário um investimento muito grande para se criar tecnologia. Isso ocorre nos países líderes. Em segundo lugar, eles (**países líderes**) investem na educação. Ainda que, não queiramos produzir tecnologia e sim adaptá-la, para que possamos aperfeiçoar temos que ter pessoas competentes e saber aproveitá-las. Isso nós não fazemos. Estou falando muito agora nessa questão da educação porque tem um trabalho recente que examinei, de doutoramento, que consiste em uma comparação entre dois programas da National Science Foundation (NSF) e do CNPq. Notei uma coisa muito interessante e que mostra porque os EUA estão na frente e nós aqui atrás. A NSF é uma entidade que foi criada para desenvolver, para financiar, para investir, em pesquisa, mas em todos os seus programas sempre a questão da pesquisa está associada com àquela da educação. Todo o sistema de pesquisa norte-americano não prescinde, em nenhum momento, de educação. Enquanto no caso brasileiro, recentemente de uma forma tímida as pessoas estão falando na educação, na divulgação científica. No entanto, não é algo que está no âmago de um projeto de pesquisa". Motoyama, Shozo (2002). Comunicação particular; gravada. No caso do IPEN é digno de nota que foi instituído um núcleo de divulgação científica na Diretoria de Ensino (junho de 2002) tendo um pesquisador da "casa", Dr. Afonso Rodrigues

Constatamos em relatos da época que, desde o início dos anos trinta, havia uma preocupação com o problema da educação de nossos jovens intelectuais, com o interesse na formação de uma elite mais bem preparada para assumir o desenvolvimento do país.

Naquela época, anos trinta, o professor Wataghim, citado anteriormente, contratado pela USP, forma os primeiros pesquisadores em física no país. Estes pesquisadores, em cooperação com universidades estrangeiras onde realizaram seus estudos, conduziram pesquisas fundamentais em física nuclear. Iniciava-se a criação da base para a formação dos primeiros especialistas na área nuclear.

Damy, como se sabe, foi para a Inglaterra, na Universidade de Cambridge. Nesse meio tempo irrompeu a II Guerra Mundial. Os trabalhos no laboratório em que se encontrava Damy foram parados. Relata este professor que havia construído um equipamento que acabou sendo doado para a USP. No entanto, os problemas para a liberação na alfândega do Rio de Janeiro foram enormes, uma vez que o equipamento continha "válvulas", pensou-se que o mesmo estaria a serviço de espionagem³⁹⁸.

Este relato demonstra bem as dificuldades de toda ordem que enfrentaram os nossos cientistas. Veremos a seguir que ainda as enfrentamos, de maneira que é lícito afirmarmos que outros parâmetros, que não somente aqueles problemas enfrentados no laboratório, norteiam a busca do conhecimento no mundo todo e, muito mais, em países em desenvolvimento que sofrem pressões por falta de conhecimento científico como esse que acabamos de relatar.

Isto se perpetua até os dias de hoje não só na área nuclear. O país investe em infraestrutura, treinamento, mas, não consegue transformar conhecimento em inovação tecnológica. Quando formos tratar dos períodos posteriores à criação do IEA teremos amplas informações para análises ligadas ao ciclo do combustível. Para as empresas que trabalham com tecnologia, o desafio é mostrar que o seu novo produto tem muitos valores agregados que lhe conferem uma superioridade aos seus congêneres já postos no mercado.

Aquino na sua direção, com a colaboração direta de outros pesquisadores entre esses a Dra. Martha Rodrigues Vieira (já citada no nosso trabalho).

³⁹⁸ Damy (2001), palestra. "Quando o aparelho chegou à Alfândega no Rio o inspetor da Alfândega foi inspecioná-lo. Viu que ele tinha válvulas de rádio (...) é espionagem, e durante três meses tirou vários componentes do aparelho para demonstrar a sua tese (...)".

No entanto, o IPEN não é uma empresa e sim um Instituto de Pesquisa. Faz falta uma conexão que sirva de interface entre o IEA/IPEN e a sociedade.

Hoje, nas novas formas de gestão, pensa-se nisso e o IPEN vem se ocupando do assunto com muita atenção na área da produção de radiofármacos. No entanto, precisamos ter em mente que, ao colocar um sistema tecnológico de gestão, como bem fala Umeoka (2002), a empresa ou instituição não vai automaticamente resolver os seus problemas de ver aceito, no mercado, o seu produto. O IPEN, no final do século XX e início do século XXI, na terceira gestão do Doutor Claudio Rodrigues deu uma grande ênfase ao sistema de gestão, do relacionamento com o cliente (classe médica) que foi bem sucedido³⁹⁹.

Já no âmbito do ciclo do combustível o único cliente possível era o Estado. No entanto, como já definimos anteriormente, a inovação não se materializa apenas porque estamos produzindo novos conhecimentos, baseados ou não em engenharia reversa. Tem que haver uma demanda da sociedade. Para caracterizar bem esse momento, temos que levar em conta que o Estado Brasileiro, ao fazer parte do “Programa Átomos para a Paz”, deixou de lado um pouco a sua idéia de ter autonomia em energia nuclear, assunto que voltaremos a comentar mais adiante, não somente em relação a essa opção como já na década de setenta com o acordo Brasil/Alemanha.

Então, qual a motivação principal do grupo que ajudou a criar o IEA? Existiam vários segmentos sociais a favor e contra a energia nuclear já naquela época no Brasil, embora não estivessem pautados em questões de segurança nuclear e sim em questões políticas e de poder.

Por outro lado, no período anterior à criação do IEA, as características de entusiasmo com o poder da ciência e as perspectivas de produção de energia através do nuclear, a

³⁹⁹ “Cumprir um mandato como superintendente a partir de 1985, que foi totalmente diferente dessa segunda gestão, iniciada em 1995. Passei a dirigir uma instituição que não tinha foco, que buscava uma orientação dentro dos cenários de ciência e tecnologia que se apresentavam naquela ocasião (...). a própria Comissão Nacional de Energia Nuclear perdeu o foco, porque o governo não acenou com um programa claramente identificado que pudesse orientá-la. Isso ocorreu não só na área nuclear, mas na área científica em geral. Tivemos que decidir o que fazer considerando esse cenário. Claro que não íamos transformar o Instituto em um instituto de economia ou de arquitetura (...). a nossa missão expressava que o nosso compromisso era com a melhoria de vida da sociedade. As atividades deveriam ter uma orientação já na origem (...) acho que só a Folha de São Paulo fez isso (...). eu me lembro que a folha foi para nós um benchmarking (...). a referência que fomos buscar foram os critérios de Prêmio Nacional da Qualidade; liderança, compromisso, avaliação de resultados, participação interna, avaliação dos servidores (...). Isso nos levou a escrever pela primeira vez um relatório de gestão. Sempre escrevemos relatórios de atividades; nunca um relatório de gestão (...).” Claudio Rodrigues. Nov./dez 2002. Entrevista: “Conquistas e orgulho pela Instituição. Órbita ipen. Pág. 06.

despeito dos horrores advindos na guerra entre os EUA e o Japão, eram a razão, em parte, do entusiasmo do grupo que vai formar o “staff” científico do IEA. A energia nuclear poderia ser usada para perscrutar a natureza.

Embora sendo uma fase misteriosa onde o segredo atômico ainda não era totalmente dominado – não podemos esquecer que somente em 1932 é que Chadwick⁴⁰⁰ “descobre o nêutron” - claro está que a motivação pessoal jogou um papel importante na criação do nosso primeiro instituto de caráter experimental, totalmente voltado para a área de energia nuclear. Antes os pesquisadores trabalhavam com a física nuclear.

O professor Damy deveria estar muito entusiasmado, pois, já tinha trabalhado com a montagem do bétatron na USP (atual IFUSP). Nesse período, o desenvolvimento brasileiro foi feito com a importação de tecnologia embutida nos equipamentos. O Bétatron e o reator IEA-R-1 é um caso típico dentro da Universidade e do Instituto.

O desenvolvimento industrial do Brasil não foi feito por inovação tecnológica. Houve inovação e investimento na área agropecuária. Isso fez com que o Brasil se transformasse em um país forte na área agrícola⁴⁰¹, mas na parte industrial não foi por inovação tecnológica que nos industrializamos⁴⁰².

O curioso é que em todo o processo houve um desenvolvimento econômico durante esse período. Provavelmente, o ponto de vista do “staff” do IEA, sobretudo do seu primeiro superintendente Marcello Damy de Sousa Santos (de 31/08/1956 a 19/02/1961) fosse mais ou menos nessa direção – ou seja, desenvolvendo, mesmo que fosse por meio de engenharia reversa⁴⁰³, mas criando alguma capacitação nacional para trabalhar com a

⁴⁰⁰ Em 1932 Chadwick demonstrou a existência de uma partícula sem carga quando fazia pesquisas sobre a desintegração nuclear e transmutações de núcleos submetidos a um feixe de partículas alfa. Ver Kaplan Irving (1962). Física nuclear. Aguilar, página 193-201.

⁴⁰¹ Muitos Presidentes da República no Brasil deram vários incentivos para a área agrícola e se esqueceram da área industrial brasileira que não pode sobreviver sem tecnologia e inovação, caso não se queira correr o risco da dependência tecnológica.

⁴⁰² Devemos reconhecer e mencionar que o Brasil desenvolveu tecnologia na área de perfuração de águas em busca de petróleo com a Petrobrás, uma conquista da sociedade com o movimento “o petróleo é nosso”, já no governo de Getúlio Vargas. Outro caso digno de nota é a aviação com a Embraer. Veremos posteriormente o caso do enriquecimento do urânio por ultracentrifugação realizado pela Marinha do Brasil e o IPEN, mas que até a data de hoje (2003) não foi viabilizado por questões diversas.

⁴⁰³ Os procedimentos usados na produção de radioisótopos foram adaptados como bem adianta Mengatti: “No mundo de hoje tem uma quantidade de publicações enormes, muitas vezes os procedimentos são publicados. A nós cabe adaptá-los a nossa realidade, as nossas condições e adaptá-los principalmente na hora de montagem do processo. Na hora de transferir esse processo do laboratório para as células de produção você adapta dentro das suas reais condições”. Jair Mengatti. Entrevista gravada em 12/11/2002.

energia nuclear. Poderia, portanto, suprir a matriz energética brasileira com essa nova forma de energia, que se mostrava promissora para um futuro próximo.

As adaptações nacionais das técnicas e tecnologias utilizadas lá fora seriam extremamente interessantes para o país, desde que não nos deixassem dependentes da importação de insumos essenciais para o desenvolvimento do processo. Foi o que ocorreu com a tentativa do programa de enriquecimento executado em parceria com a Marinha do Brasil e o IPEN, ou seja, nos tornar independentes de compras de materiais, equipamentos, componentes e processos, etc.

No caso da produção de radioisótopos veremos, posteriormente, que isso foi obtido com quase 100% de sucesso se pensarmos que ainda importamos produtos químicos como, por exemplo, o telúrio para produzir o ^{131}I . O telúrio é importado da França porque, durante a fase de desenvolvimento do projeto de produção de ^{131}I , os pesquisadores do IPEN chegaram à conclusão que esse material era o que melhor se adaptava ao rendimento da separação química.

Até a década de noventa, fazia-se a separação do telúrio e do iodo a partir da destilação com ácido sulfúrico o que gerava uma quantidade razoável de rejeitos – tratar os rejeitos com ácido sulfúrico é uma questão complexa e de difícil manuseio.

Atualmente, faz-se a separação por um processo de via seca onde, no final, tem-se apenas uma cápsula de porcelana com material sinterizado e que é muito fácil de armazenar e manusear. Praticamente, produtos químicos ainda hoje são importados em razão da produção nacional ser escassa. Existem algumas empresas nacionais que produzem, mas, a demanda é muito pequena e não se justificaria segundo Mengatti⁴⁰⁴ (2002) montar uma planta de produção de óxido de telúrio.

A indústria nascente também não pode ser desprezada. Antes de eclodir a II Guerra Mundial ocorreu uma aproximação entre a Federação das Indústrias do Estado de São

⁴⁰⁴“Às vezes, não compensa produzir, no país, certos produtos, porque a demanda é pequena e nenhuma empresa investiria o seu capital para produzir e atender o IPEN. É mais conveniente, para a sociedade como o IPEN, importar porque se você tentasse nacionalizar, a demanda é tão pequena que seria inviável economicamente”. Jair Mengatti. Entrevista gravada em 12/11/2002. Não estamos inteiramente de acordo com Mengatti, mas também não podemos deixar de ressaltar que a situação é delicada e deve ser analisada, caso por caso.

Paulo (FIESP) e o Governo Vargas⁴⁰⁵, muito embora estes não comungassem as mesmas idéias em todos os setores, como bem demonstrara a Revolução Paulista. O que os industriais queriam era uma proteção contra o capital estrangeiro. O Governo Vargas tinha interesse em promover a industrialização do país.

O conflito que se seguiu no âmbito das decisões políticas em todos os campos, inclusive o nuclear, certamente é um reflexo dos vários interesses e idéias de desenvolvimentos existentes no seio da sociedade brasileira. No entanto, anteriormente à criação do IEA várias tentativas foram feitas para uma maior participação do país na área nuclear, mas que não foram implementadas.

A preocupação mais séria do Brasil no campo nuclear⁴⁰⁶ ocorre nos meados dos anos quarenta no Governo Getúlio Vargas⁴⁰⁷, muito embora as primeiras atividades de pesquisa em física nuclear no Brasil datem de 1934.

No período compreendido entre os anos 1934 e 1951, temos a pesquisa de caráter mais acadêmico com pouca influência do governo, com exceção das pesquisas encomendadas, no período da guerra.

Onde aplicar os conhecimentos adquiridos em grande escala quando ainda temos uma indústria incipiente e as nossas universidades estão apenas começando? Damy em depoimento no livro de Schwartzman (1979)⁴⁰⁸ ressalta que nessa época: *“começamos a aprender que existia uma ciência viva”*.

Nos países como EUA a ciência já tinha um caráter de “Big Science”. Estávamos começando a pesquisa nessas novas áreas que necessitam de grandes investimentos.

Já comentamos anteriormente que também sabemos da importância da individualidade e genialidade de alguns pesquisadores, a despeito de sermos da opinião que somente isso não

⁴⁰⁵ "A aproximação entre a burguesia industrial e o governo Vargas ocorreu principalmente a partir de 1933, após a derrota da revolução paulista. Ela se fez, sobretudo através da federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), dirigida por Roberto Simonsen, da Confederação Nacional da Indústria, sob o comando de Euvaldo Lodi, e da Federação Industrial de Minas, dirigida por Américo Giannetti. A aliança desses setores não significa identidade de opiniões (...)" Fausto, Boris (1999), p. 367.

⁴⁰⁶ Ainda no campo da retórica.

⁴⁰⁷ Cabral, Milton (1983), p. 7.

⁴⁰⁸ Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 225.

basta. A ciência é uma construção de homens –coletiva - trabalhando com um fito comum e, inseridos numa sociedade⁴⁰⁹. Não obstante, a formação de pesquisadores como Marcello Damy foi muito importante para a vida acadêmica e institucional da ciência, no país. Podemos dizer, o mesmo, sobre o desenvolvimento de tecnologia na área nuclear.

Este pesquisador foi um marco para a área nuclear brasileira e para o IEA – um dos seus criadores e primeiro superintendente. Pesquisadores desse “naipe” são os verdadeiros fundadores da nossa ciência, que deixaram discípulos e escolas segundo Schwartzman⁴¹⁰.

Ainda hoje podemos sentir o clima da época – modernizar a sociedade brasileira através de C&T⁴¹¹. Em palestra recente⁴¹² Marcello Damy expressou o entusiasmo que os primeiros alunos de física sentiam com as aulas de Wataghim⁴¹³. Afirmou que eles ficaram muito surpresos quando se deram conta que o professor Wataghim realizava pesquisas em áreas avançadas da física e que ensinava a partir de uma vivência em laboratório. Damy enalteceu o antigo mestre, e mesmo afirmou que as nossas pesquisas na área nuclear tiveram a sua origem com Wataghim.

⁴⁰⁹ “A história da ciência, desde que se tornou campo também de historiadores profissionais, filósofos, sociólogos e outros, tem desmistificado tantos “heróis da ciência” exatamente porque vê o cientista inserido numa sociedade, imerso, portanto nas idéias e práticas nela correntes. A ciência não é obra de gênios isolados, mas resulta duma sucessão de pessoas trabalhando e se influenciando mutuamente. As teorias científicas se constroem baseadas em idéias, em interpretações de fatos que também são idéias, e em sua capacidade para explicar o Universo em que vivemos. É verdade que há um fator determinante na história da ciência, que é a criatividade humana, encontrada nos cientistas, mas também nos artistas e mesmo na gente comum em graus diversos, e essa criatividade se manifesta basicamente em indivíduos.” Magalhães, Gildo (2002). Darwin: Herói ou fraude? Palestra apresentada na quinta semana da biologia da USP. Publicada em forma de apostila.

⁴¹⁰ Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 4.

⁴¹¹ “O período após a guerra tem como principal característica o esforço de inúmeros grupos de desenvolver a pesquisa e colocá-la a serviço do desenvolvimento científico e tecnológico do país. A idéia era de que o país se modernizaria a passos largos, e que a pesquisa científica deveria fazer parte integrante deste processo. Os cientistas mais ativos defendiam a noção de que a pesquisa científica, se suficientemente apoiada, seria decisiva para resolver os problemas do desenvolvimento, e que a própria organização do Estado e da sociedade brasileiros deveriam ser pautadas pelos princípios e normas de racionalidade científica (...) A iniciativa mais importante foi, no início dos anos 50, a criação conjunta da Comissão de Energia Nuclear, do Conselho Nacional de Pesquisas e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), que deveriam apoiar e desenvolver o programa nuclear autônomo brasileiro (...). O tema de “modernização pela ciência” continua vivo entre os cientistas e intelectuais e encontra apoio em agências internacionais que dão bolsas de estudo a jovens promissores e financiam projetos de pesquisa”. Schwartzman (1995)). Pág. 245. O autor não cita, mas a criação do IEA encontra-se nesse clima e se dá paralelamente à criação da Comissão. Comentaremos mais adiante outras influências para a criação do IEA assim como já comentamos parcialmente no capítulo de Institucionalização da Ciência.

⁴¹² Damy (2001), palestra.

⁴¹³ Em 1937 Marcello Damy começou a trabalhar como assistente de Wataghim no campo dos problemas relacionados com raios cósmicos construindo os circuitos eletrônicos para a detecção da radiação. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 255-256. Outro pesquisador no campo da física que veio para o Brasil em 1938 foi o professor Occhialini. Este professor foi doutorado em Cambridge, trouxe para o Brasil a tradição da física experimental. Damy, Wataghim e Occhialini trabalharam juntos até o final de 1938 quando Damy foi contemplado com uma bolsa de estudos para Cambridge. Em Cambridge Damy trabalhou com Henry Bragg e seu filho (ambos tinham recebido o prêmio Nobel de física em 1915) e com Carmichael, físico experimental, onde desenvolveram técnicas de detecção e medição de raios cósmicos. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 256.

Quando Damy foi para o IEA, na segunda metade dos anos cinquenta⁴¹⁴, para dirigir a Divisão de Física Nuclear e assumir a direção do IEA trazia consigo conhecimento, prática, uma “visão” de cientista, um dinamismo próprio da juventude e um conhecimento de eletrônica como ele mesmo atesta pela sua passagem pela Escola Politécnica⁴¹⁵.

Todas essas características foram importantes na condução do IEA como seu primeiro diretor e chefe da Divisão de Física Nuclear. Assim como Damy, que já tinha uma longa tradição em pesquisa, outros que compuseram o “staff” de cientistas da Instituição já tinham passado pela universidade. Outros vieram da indústria como foi o caso de Alcídio Abrão⁴¹⁶ que começou sua carreira na “Orquima Brasileira” trabalhando com a monazita brasileira. Segundo esse pesquisador o único interesse pela monazita era a extração do fosfato e o urânio ia “*mesmo para o ralo*”, até que por questões de controle o urânio começou a ser estocado. Só muito posteriormente é que o Brasil pensou em purificar o urânio visando experiências no domínio do ciclo do combustível⁴¹⁷.

Ainda o professor Alcídio⁴¹⁸ ressalta que quando foi convidado pelo Professor Fausto Walter de Lima⁴¹⁹ - grande pesquisador do início do IEA -, para trabalhar no IEA, a intenção era aproveitá-lo para a purificação da água. Esta, água, iria preencher a piscina do reator IEA-R1, em torno do qual foram se formando as áreas de pesquisa na Instituição.

Demos alguns exemplos que, no que concerne ao substrato mental, a Instituição estava muito bem amparada. Por tudo o que viemos comentando até agora, o Brasil possuía alguns cientistas, não resta a dúvida que poucos, como falamos anteriormente, mas preparados para assumir a condução da pesquisa e desenvolver tecnologia, mesmo nas novas áreas do saber.

⁴¹⁴ Ver anexo II.

⁴¹⁵ Damy (2001), palestra: " (...) e aí, então, os ex-alunos da Escola Politécnica como eu tiveram a oportunidade de dar a contribuição para o professor Wataghim (.)".

⁴¹⁶ Entrevista concedida e gravada em 23/08/2001. Daqui por diante, iremos referenciar a entrevista como: Abrão, Alcídio (2001), entrevista.

⁴¹⁷ Cabe ainda falar um pouco sobre a exploração de urânio e tório no Brasil. Dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 1973) estimam que de 1886 a 1950 cerca de 95.000 toneladas de concentrado de monazita (concentração natural de minerais ricos em tório) foram exportados do Brasil. A monazita inicialmente era processada para a produção de sais de tório e terras raras. O aproveitamento dos sais de tório na produção de camisas incandescentes para iluminação a gás ocorreu até o advento da eletricidade na década de 20. Posteriormente, com a descoberta da energia atômica ocorreu novamente o interesse por esse mineral visando à possibilidade de usá-lo, no futuro, para os reatores nucleares que estavam sendo desenvolvidos.

⁴¹⁸ Abrão, Alcídio (2001), entrevista.

⁴¹⁹ Ver anexo II. Lima e Abrão foram colegas de trabalho na indústria.

Conforme vamos analisando os trabalhos produzidos nos anos sessenta, setenta e oitenta percebemos que realmente essa falta (substrato mental)⁴²⁰ não foi o problema que a Instituição teve que enfrentar.

A II Guerra Mundial⁴²¹ foi um teste para os nossos cientistas em formação. Naquela época, ocorreu um grande desenvolvimento no campo da ciência e tecnologia no mundo, sobretudo no que hoje chamamos primeiro mundo. O Brasil sentiu os reflexos desta nova ordem mundial. O país foi afetado pela falta de abastecimento, desde matéria prima até insumos energéticos e bens de capital. Durante aquele período de guerra o grupo de física da USP trabalhou com atividades tecnológicas⁴²²:

“Cerca de um ou dois meses após minha volta o professor Pompéia e eu fomos consultados pelo Ministério da Marinha sobre a possibilidade de estudarmos equipamentos para a detecção e localização de submarinos. Também havíamos tido contato com um grupo de oficiais do exército que não podia importar balas de canhão nem pólvora do exterior. Para se determinar as tabelas de tiro era necessário que se estabelecesse a velocidade da bala”.

Schwartzman⁴²³ comenta que no Brasil, naquela época, as nossas instituições não estavam preparadas para assumir atividades tecnológicas, embora estas já tivessem sido desenvolvidas nos países do primeiro mundo. A resolução dos problemas apontados acima⁴²⁴ não era difícil, pois nos livros já existia, como aponta Damy⁴²⁵, um relato apreciável sobre o assunto. Portanto, não se tratava de descobrir novas leis da natureza⁴²⁶.

⁴²⁰ Estamos realizando uma análise denominada externalista da ciência e da tecnologia sem, contudo, nos esquecermos dos trabalhos desenvolvidos. Estamos procurando entender como os pesquisadores da instituição ao desenvolverem os seus trabalhos tinham, ao seu dispor, não só os seus conhecimentos, a sua experiência e a sua genialidade assim como um substrato técnico, mesmo que incipiente, para trabalharem (Reator IEA – R1, etc.). O substrato técnico é fruto de uma determinada sociedade num determinado momento histórico (modelo SMT, já discutido no capítulo: Pressupostos teóricos e metodológicos).

⁴²¹ Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p.256.

⁴²² Damy Souza Santos, Marcello (1994). *Série depoimentos sobre energia nuclear*, volume I. Também em Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p.259. O período a que se refere Damy é após o seu retorno de Cambridge, em 1940.

⁴²³ Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil.

⁴²⁴ Damy (1994). *Série depoimentos sobre energia nuclear*, volume I. Aqui também fica mais claro que não estávamos somente no campo da retórica e que o IEA desde o início teve, pela cultura vigente de seus primeiros pesquisadores, o olhar voltado para o desenvolvimento de tecnologia, conforme a definição de Vargas (2001).

⁴²⁵ Damy (1994). *Série depoimentos*.

⁴²⁶ Damy e Pompéia desenvolveram para o Exército transmissores e receptores portáteis e para a Marinha um aparelho capaz de detectar, por técnicas microfônicas, o ruído da hélice de submarinos até chegar-se a um sonar completo. Quanto à recepção necessitava-se de um cristal de quartzo, o que foi resolvido pelo Instituto de Química da USP. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 260.

Ainda, na época da entrada do Brasil na II Guerra Mundial (1942) se estreitaram as relações políticas entre o Brasil e os EUA. O esforço e a vitória, embora reduzidos, no campo científico e tecnológico, realizados por nossos pesquisadores e a possibilidade de nos tornarmos tecnologicamente independentes despertaram, possivelmente, a atenção dos outros países. A preocupação era com as possibilidades de dominarmos algumas tecnologias estratégicas como, por exemplo, a do ciclo do combustível⁴²⁷.

O conhecido Almirante Álvaro Alberto foi inquirido se já estávamos começando o projeto de preparação de urânio nuclearmente puro na Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos. Isso é⁴²⁸ relatado como uma constatação do nosso esforço. Outrossim, sabemos que o que havia era uma preocupação com a nossa independência tecnológica.

A tecnologia de purificação de urânio já revela meio caminho na etapa de enriquecimento e nenhum país iria querer dominar somente uma parte do processo do ciclo do combustível. Por outro lado, nada garante que iríamos optar pela construção de reatores usando urânio natural ou enriquecido. Se optássemos por urânio natural seria mais uma razão para a preocupação dos especialistas da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos de estarmos no caminho diferente do que tinham planejado para os países que ainda não dominavam a tecnologia do ciclo (haja vista a pressão que "sofremos" pela comunidade internacional, anos mais tarde, quando optamos por reatores alimentados por urânio enriquecido).

O próprio presidente da CNEN, Almirante Octacílio Cunha (1959)⁴²⁹ sublinha que *“nem tudo depende de uma simples opção científica, (...)”* a escolha terá de ser orientada *“por considerações de economia, de disponibilidade ou mesmo de política internacional”*. Também não podemos esquecer a ingerência internacional nos assuntos internos quando compramos as ultracentrífugas (três), assunto amplamente discutido em várias publicações⁴³⁰. Girotti⁴³¹ comenta:

⁴²⁷ "Somados a esses estímulos externos, a ciência no Brasil começava a apresentar resultados de qualidade ganhando manchetes nos jornais e na opinião pública. (...). Outrossim, o Brasil dava os seus primeiros passos para ingressar no domínio dos aceleradores de partículas a partir de 1946, quando a Fundação Rockefeller doou cerca de 75.000 dólares e o Governo do Estado de São Paulo concedeu um auxílio de 5 milhões de cruzeiros (valores da época (.)). Motoyama (1985): A gênese do CNPq, p. 40. Damy (2001), em sua palestra nos relata que a vinda do betatron para a USP foi a coroação do trabalho que o grupo fez para a Marinha, na época da guerra.

⁴²⁸ CNEN (1959). Átomos de paz para o Brasil. Sem paginação.

⁴²⁹ CNEN (1959). Átomos de paz para o Brasil. Sem paginação.

⁴³⁰ Ver figura 1.

⁴³¹ Girotti (1983). Brasil: Estado nuclear e democracia, p. 19.

“Não há a menor dissimulação na atitude norte-americana, como também não existe nenhum motivo válido para tentar salvar as aparências. As ultracentrífugas não devem chegar ao Brasil porque este é parte de sua própria zona de influência; o mais, ou seja, a participação de reconhecidos cientistas nazistas, é apenas o argumento “dramático” para justificar a medida.”.

Este autor⁴³² continua comentando que, mais tarde, quando da instalação de uma Comissão Parlamentar de Inquérito, em 1956, tornaram-se públicos documentos elaborados pela embaixada dos EUA, no Brasil. Constata-se, então, que havia a alegação de que o controle se fazia necessário por razões de segurança dos EUA e do hemisfério Ocidental. Esta alegação é contestada por Girotti⁴³³, pois, posteriormente, o ministro alemão de assuntos atômicos, Fran Joseph Strauss, reconhecidamente filo-nazista decide enviar as três ultracentrífugas que acabam chegando ao Brasil.

Para Girotti⁴³⁴, as ultracentrífugas “*seriam de efetividade duvidosa*” (argumento contrário às informações da CNEN). Também sabemos que, posteriormente o Doutor Ivo Jordan se baseou nelas para projetar as que foram feitas pela Marinha e o IPEN no processo de enriquecimento de urânio, Projeto IPEN/Marinha do Brasil, segundo depoimento do Doutor Alcídio Abrão.

No entanto, as condições externas já estavam maduras para a criação do IEA em 1956. Nesse caso, estamos inteiramente de acordo com Girotti: “*Eisenhower já havia mudado a tática nuclear norte-americana*”, pelas razões que já especificamos anteriormente.

⁴³² Girotti (1983). Brasil: Estado nuclear e democracia, p. 19. Vejamos em mais detalhes o que ocorreu com essas 3 ultracentrífugas encomendadas em 1954 pelo Almirante Álvaro Alberto, da Alemanha. A entrega das mesmas foi embargada e essas foram apreendidas. A ordem de apreensão veio da Comissão de Energia Atômica dos EUA. Segundo o Almirante Othon Luís Pinheiro da Silva, ex-Diretor da antiga COPESP (Coordenadoria de Projetos Especiais da Marinha) atual Centro Tecnológico da Marinha, localizado em São Paulo (CMTSP), o embaixador Barbosa da Silva (Cônsul na zona do embarque, sob responsabilidade da Inglaterra) foi o responsável indireto por este embargo. Só esse relato já nos demonstra que mesmo internamente os interesses eram conflitantes. Posteriormente, a Alemanha recupera sua soberania e as negociações das ultracentrífugas são retomadas. Nesta época, estamos no governo Vargas e o Almirante Álvaro Alberto conseguiu mais verbas e as 3 ultracentrífugas que tinham ficado retidas na alfândega chegaram ao Brasil. O Doutor Maffei, na época, respondendo pela direção do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), se interessou pelo projeto de enriquecimento de urânio e pediu ajuda para Ivo Jordan que fez os primeiros trabalhos usando essas ultracentrífugas. No entanto, não conseguimos apurar se Ivo Jordan chegou a trabalhar, nessa época, com enriquecimento de urânio, pois em relato do Dr. Alcídio Abrão parece que Ivo Jordan trabalhou com outros elementos e só posteriormente é que veio a trabalhar com o enriquecimento de urânio, já nos anos oitenta com a Marinha e o IPEN.

⁴³³ Girotti (1983). Brasil: Estado nuclear e democracia, p. 19.

⁴³⁴ Girotti (1983). Brasil: Estado nuclear e democracia, p. 19.

Voltemos ao grupo de física da USP, no período da II Guerra Mundial. Existem momentos em que as condições históricas impõem um certo imediatismo e aquele, durante a guerra, foi um deles.

As atividades propostas para o grupo de física da Faculdade de Filosofia da USP surgiram diante de uma necessidade do momento (dificuldade de importação, defesa do país). Demonstramos que estávamos prontos para assumir o papel que cabe ao cientista na sociedade⁴³⁵.

Fica claro que já existia uma competência para desenvolver ciência e tecnologia na área nuclear. O que faltava então?

Além do que já comentamos, observamos que, lendo os textos que abordam esta época, fica evidenciado o número reduzido de cientistas brasileiros em face de outros países que já dominavam a tecnologia nuclear disponível⁴³⁶.

Outro fator importante que nos colocava em posição delicada era a falta de infraestrutura adequada ao desenvolvimento, com equipamentos condizentes com a necessidade da pesquisa experimental, ou seja, o substrato técnico ainda era incipiente, mesmo que tivéssemos o Reator IEA – R1. Quando dispúnhamos de algum equipamento moderno, o mesmo não tinha sido desenvolvido pela nossa indústria e, sim, importado dos países que

⁴³⁵ Em relato de Damy que se encontra em Schwartzman, Simon (1979), p. 259: "estudando problemas de ciência fundamental, éramos obrigados a utilizar métodos não convencionais para procurar pôr à prova fenômenos que achávamos que deviam existir. Em consequência estávamos habituados a lidar com o desconhecido". Nessa época, ainda, a resolução de uma série de outros problemas ficou a cargo do Liceu de Artes e Ofícios, o IPT e o Instituto de Eletrotécnica, da USP. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 260-261.

⁴³⁶ Podemos inferir isso quando constatamos que ao longo da história do Ocidente a discrepância era enorme. Em 1560 a Itália funda, em Nápoles, a "Academia Secretorum Naturae". Anteriormente em 1201, nem sequer tínhamos sido "achados" pelos Europeus, é fundada a Universidade de Cambridge (para onde foi Damy estudar, no século XX). A Royal Society of London foi fundada em 1662. A Académie de Sciences foi fundada em 1666 e em 1706 a Universidade de Yale e em 1861 conferiu o primeiro título de doutor nos EUA. Em 1818 foi criado o Museu Nacional com a vinda de D João VI para o Brasil e o Instituto Oswaldo Cruz é de 1900. Meis, Leopoldo (1996), "O perfil da ciência brasileira", p. 5-17. O Dr. Alcídio Abrão (2001), entrevista, cita que em 1959 deveriam existir em torno de 15 pesquisadores no IEA entre aproximadamente 30 servidores da Instituição. Dr. Gian Maria A. A. Sordi, pesquisador do IPEN e atual assessor junto à Diretoria de Proteção Radiológica, cita em entrevista (2002) que em 1962 o IEA tinha ao todo por volta de 70 servidores entre funcionários administrativos e pesquisadores. No entanto, Motoyama (1985), p. 36, cita que em relação à década de 30, nos anos quarenta tínhamos crescido. Ainda em 1981 devemos "sofrer" o mesmo problema: "Em 1981, 36,9% dos trabalhos publicados no mundo (dados do Instituto for Scientific Information) provinham de pesquisas realizadas pelos EUA, enquanto 0,29% era do Brasil. Em 1989, a situação não mudou muito: 35,1% para os EUA e 0,47% para o Brasil. Meis, Leopoldo (1996). O perfil da ciência brasileira. Página 26. Em uma observação, no dia em que estava sendo homenageado como professor Emérito do IPEN (27/08/20001), um dos fundadores da pós-graduação da Instituição, o professor Doutor Rui Ribeiro Franco alerta para o pequeno número de doutores que se formam por ano no Brasil.

já dominavam a tecnologia. Ficávamos dependentes de acordos, na maioria das vezes desfavoráveis para o interesse de um desenvolvimento autônomo do país⁴³⁷.

Frisamos que esse mesmo impedimento para o nosso desenvolvimento se faz sentir no IEA e em outras instituições brasileiras. Tivemos que importar o betatron e o reator IEA-R1, mas não foram os pesquisadores brasileiros que desenvolveram a tecnologia dessas máquinas.

Quando o assunto era uma tecnologia avançada, importávamos. No início, tentávamos desenvolver os equipamentos cuja tecnologia, embora sofisticada, tínhamos condição de fazer, mesmo que em pequena escala, como um Geiger, um monocanal analisador, etc.,

No IEA, inicialmente (primeira década dos anos sessenta), a equipe liderada pelo engenheiro Raul Brenner construiu uma série de equipamentos como denotam alguns agradecimentos nas publicações dos pesquisadores, que usaram esses equipamentos. Também as publicações do próprio grupo de eletrônica (ver a publicação IEA-50), assim como o testemunho de alguns de seus pesquisadores como o do Dr. Alcídio Abrão são testemunhas da excelência do grupo.

Vamos aliar o que estamos discorrendo com as atividades dos nossos pesquisadores após o fim da guerra. Sabemos dos relatos que, com o término da guerra, o grupo de Física da USP retorna, muito acertadamente, para as suas atividades na Universidade (sem fins bélicos)⁴³⁸.

O que constatamos com pesar é que, se tivesse havido apoio e interesse governamental em prosseguir com as pesquisas tecnológicas, agora não mais momentâneas, poderíamos ter construído um lastro que nos teria permitido recuperar o tempo perdido. Tivesse isto ocorrido, não estaríamos “atrasados” na maioria dos campos da ciência e tecnologia.

⁴³⁷ Já comentamos anteriormente que entre 1939 e 1952, a produção industrial brasileira cresceu a uma taxa média de 8,3% ao ano só que naqueles setores em que se fez presente também a maior porcentagem de importação: “revela-se desta maneira um aspecto essencial do processo de industrialização de um país retardatário, como o Brasil. Este se dá mediante importação de tecnologia, tanto sob a forma de novos produtos como de mudanças de processos. As mudanças de processos são importadas com atraso, pois a mão de obra é mais barata, não justificando sua substituição por capital na mesma medida que nos países industrializados e também porque os mercados são menores, não permitindo grandes escalas de produção”. Singer, Paul In: Fausto, Boris (1985). História geral da civilização brasileira. O Brasil republicano. economia e cultura/1930 -1964. Pág. 222.

⁴³⁸ Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 262-263.

Fazemos nossas as palavras de um dos reitores⁴³⁹ da USP (Jacques Marcovitch)⁴⁴⁰; *“fazemos muito, mas temos que fazer mais”*. Acrescento, que nem sempre as condições econômicas, sócio–culturais, ou políticas assim o permitem⁴⁴¹.

O desenvolvimento tecnológico adquirido na época da guerra, embora reduzido, possibilitou o início de algumas indústrias com tecnologia nacional. Com o passar do tempo, estas foram sendo ultrapassadas com a importação de tecnologias de outros países⁴⁴². O mesmo aconteceu com o IEA mais de dez anos após o fim da guerra. No princípio, ainda construíamos muitos dos componentes eletrônicos de que necessitávamos. Mas, à medida que a complexidade foi aumentando, começamos cada vez mais a importá-los.

Isso se observa nas referências dos trabalhos do IEA/IPEN quanto atentamos para os equipamentos usados nos trabalhos. No entanto, no período em que começamos a desenvolver as pesquisas na área do ciclo do combustível, tivemos que usar não só os técnicos da Instituição como a indústria nacional, ainda que não fosse especializada na área. Afinal era uma área muito sensível e não conseguiríamos importar tudo o que precisássemos. Teria sido, se bem aproveitado, o momento de darmos um impulso na área industrial especializada. Como tínhamos alertado, é uma complexidade dentro de outra.

O Dr. Alcídio Abrão⁴⁴³ comenta, por exemplo, que na falta de uma indústria mais especializada para suprir o IEA com os fornos adequados para a pesquisa, foi necessário uma adaptação. Os fornos que eram produzidos no país, para a indústria de biscoito, foram adaptados para serem usados na pesquisa. Isto é fantástico porque percebemos não só como os nossos pesquisadores são criativos, como também demonstrava a capacidade de nos adequarmos às situações adversas.

⁴³⁹ Este se referia à observação do professor Rui Ribeiro Franco a propósito de aumentarmos o número de pós-graduados da Instituição (em torno de 300 inscritos em 2001) para contribuirmos com a elevação do número de doutores que são formados, no Brasil, por ano (em torno de 5000).

⁴⁴⁰ Discurso do então Reitor da USP (27/08/2001), por ocasião da comemoração dos 45 anos de existência do IEA/IPEN e os 25 anos da pós-graduação do Instituto. Gravado por nós.

⁴⁴¹ Em resumo, a pesquisa de alta qualidade em física avançada, que forneceu a base para a pesquisa aplicada durante a guerra, não pode desempenhar a mesma função mais tarde no campo muito mais complexo e dispendioso da tecnologia atômica. O governo brasileiro, no confronto entre as pressões para desenvolver uma capacidade de pesquisa independente, baseada na sua própria comunidade científica ou a aquisição de tecnologia estrangeira, optou pela segunda alternativa, em 1968, e mais recentemente com o acordo firmado com a Alemanha. Esta era a opinião de Schwartzman e colaboradores, em 1979. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 290.

⁴⁴² Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 261.

⁴⁴³ Abrão, Alcídio (2001), Entrevista.

Aqui, o contraponto para as dificuldades, que é a criatividade, se fez sentir inúmeras vezes na Instituição ao longo dos seus anos de existência, a despeito de viver tanto interna como externamente momentos de extremo centralismo das decisões, seja com alguns de seus superintendentes (que já comentamos anteriormente), ou por parte das diretrizes políticas que nortearam a nossa República Federativa Brasileira, durante anos.

Duas características fortes do IPEN são a força de vontade e o entusiasmo para vencer barreiras, que tiveram suas raízes nos pioneiros da Instituição. Mesmo aqueles que não pertencem à Instituição percebem e admiram esta característica. É uma alternativa para vencer as dificuldades que vão surgindo. Anotamos um trecho da entrevista gravada com o Almirante Othon que dirigiu, por aproximadamente dezesseis anos, o projeto de construção de um submarino com propulsão nuclear e que teve ampla participação do IPEN:

“O que nós encontramos no IPEN, naquela época, foi a crença nas possibilidades, e, esta crença é endêmica. No momento que houver de novo um sopro, não há dúvida que, o IPEN estará de pé, o IPEN está sempre de pé, mas vai continuar em pé e batendo recorde (...) Diria que a parte de inspiração de quase todos os trabalhos metalúrgicos do Programa da Marinha começou ali na metalurgia do IPEN. Tinha gente muito boa, com muita capacidade que depois mesmo que a fabricação tivesse saído dali, eles continuaram no programa. Sem dúvida não sei como está hoje, mas naquela época havia um pessoal bom, muito qualificado⁴⁴⁴”.

Não obstante, ainda fica a questão levantada na introdução deste trabalho⁴⁴⁵: teríamos condição, sem demanda, de prosseguir em grande escala industrial? Somos da opinião que isso só poderia ocorrer com uma política científica, tecnológica e industrial, por parte do governo brasileiro, que orientasse nesse sentido. No entanto, ao longo desse relato veremos que isso não ocorreu, ao menos em grande escala e continuamente.

Como já ressaltamos, mesmo em se tratando de uma área sensível, onde muita coisa nos era vedada, no que dizia respeito à tecnologia mais sofisticada, aliada ao problema tempo, éramos obrigados a importar. Mas, apesar de todas essas dificuldades, projetamos e

⁴⁴⁴ Esta passagem foi gravada quando entrevistamos o Almirante Othon em 02/12/2002 sobre a participação nos anos setenta e oitenta do IPEN no que ficou conhecido como programa paralelo da Marinha, embora, o mesmo Almirante denuncie que paralelo foi o acordo Brasil/Alemanha que não conseguiu enriquecer o urânio natural com o isótopo físsil de urânio - 235 enquanto, o programa entre o IPEN e a Marinha logrou obter êxito. Voltaremos, mais adiante, a esmiuçar com maiores detalhes essa passagem histórica da vida da Instituição, embora, já tenhamos falado de um dos seus aspectos no capítulo intitulado “Reator Nuclear e Bomba Atômica”.

⁴⁴⁵ Estamos nos referindo aos comentários de Gorski, Maria Sílvia; Bruzina, Wilson A. (1990). Publicação IPEN-315.

construímos as ultracentrífugas necessárias, um pouco mais tarde, nos anos oitenta, para o domínio do enriquecimento do urânio.

Condições técnicas nós tivemos, em parte, e a tecnologia foi desenvolvida. Pessoal preparado também existiu. Só não sabemos se esse esforço será perdido ou prosseguirá face às pressões contrárias, tanto externas quanto internas e a falta de contratação de novos pesquisadores para serem treinados com antecedência. É essa luta de posições contrárias, segundo os interesses os mais variados, que faz com que a nossa política científica esteja o tempo todo sendo reformulada e, com isso, guinadas drásticas ocorram na condução das instituições públicas científicas e tecnológicas, no país.

As dificuldades para o país, em termos de política externa para ciência e tecnologia nucleares dos países avançados, agravaram-se após a explosão de duas bombas atômicas (6 e 9 de agosto de 1945, respectivamente, Hiroshima e Nagasaki no Japão). Nesse momento, ficou mais do que claro, para o mundo, a possibilidade do uso bélico da energia atômica⁴⁴⁶.

Deve-se ressaltar, neste período de pós-guerra, a possibilidade de se aproveitar a aplicação da energia nuclear e o modismo da época, para a captação de verbas para as pesquisas científicas. Ainda hoje, face às dificuldades econômicas, procuram-se os campos em voga a fim de se conseguir verbas para as pesquisas científicas. Hoje diríamos que, um projeto, bem elaborado, sobre genoma, célula a combustível, etc, tem grande chance de ser aprovado pelos órgãos de fomento. Motoyama⁴⁴⁷ afirma:

“A nova situação da ciência no panorama internacional como não poderia deixar de ser refletiu-se no Brasil. Principalmente a energia atômica liberada para os militares tratava-se de uma questão de soberania nacional. Para os pesquisadores constituiu-se no exemplo que faltava para comprovar a utilidade tão contestada que faltava de C & T particularmente da primeira”.

⁴⁴⁶ Neste contexto o Brasil tenta algumas medidas como, por exemplo, a regulamentação da exportação de minérios radioativos. Estamos tentando caminhar, mas muito ainda estava para ser feito. Sendo assim, em janeiro de 1945 foi criada a Comissão de Estudos e Fiscalização dos Minérios Estratégicos (vinculada à Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional). Era o início de uma grande batalha contra a internacionalização de nossos minérios radioativos e estratégicos. Surge a decantada figura do Almirante Álvaro Alberto que vai ficar no cenário nacional até a queda de Vargas. A sua luta lança uma semente para uma postura nacionalista em questão de desenvolvimento científico e tecnológico. Marques (1992) define o período que vai de 1945 a 1954 de nacionalista dando exatamente destaque para o Almirante Álvaro Alberto. Marques, Paulo (1992), Sofismas nucleares. O jogo das trapaças na política nuclear do país, p.12-17.

⁴⁴⁷ Motoyama, Shozo (1985). “A Gênese do CNPq”, p.35.

Como havíamos citado, em 1945, logo depois da guerra, a Fundação Rockefeller colocou à disposição da USP uma enorme quantia de dinheiro para ser aplicado na compra e instalação de um acelerador de partículas. Foi instalado um betatron de 23 MeV. Neste processo foram formados vários físicos entre eles José Goldemberg e Rômulo Ribeiro Pieroni⁴⁴⁸.

Estes dois pesquisadores também terão um papel central nos primeiros anos do IEA. O primeiro deles irá orientar e dirigir pesquisas na área de física nuclear e o segundo, não só será responsável e autor de diversas publicações na área médica, como também dirigirá a linha mestra da Instituição, como seu superintendente durante longos anos, voltada para o ciclo do combustível. São, portanto, as primeiras gerações de cientistas formados pela USP que estarão à frente do IEA nos seus primeiros anos.

De uma maneira geral, os anos compreendidos entre 1945 e 1964 representam um período de democracia no Brasil, que facilitou muitas medidas políticas. É um período denominado por Schwartzman (1995) de modernização pela ciência⁴⁴⁹. Relembremos isso mais adiante.

No fim de janeiro de 1946, Dutra tomou posse e começaram os trabalhos da Constituinte. A 18 de setembro, era promulgada a nova constituição brasileira que optava pela linha liberal democrática. Do ponto de vista da política econômica, o governo Dutra também seguia um modelo liberal e mantinha uma política de estreito relacionamento com os EUA. A situação do Brasil no plano financeiro era favorável, uma vez que o país acumulava divisas no exterior, resultantes das exportações durante os anos da II Guerra Mundial.

Após o término da guerra ainda temos que levar em conta a importação desenfreada que estava acabando com as reservas do Brasil. Em 1947, o governo Dutra impõe regras para a importação que veio a favorecer a entrada no país de equipamentos, restringindo a importação de bens de consumo e regularizando a balança comercial. Na prática as medidas econômicas adotadas acabaram favorecendo o avanço da indústria brasileira⁴⁵⁰.

⁴⁴⁸ Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 263.

⁴⁴⁹ Schwartzman (1995), página 245.

⁴⁵⁰ Fausto, Boris (1999). História do Brasil, p. 403.

Vimos o que auferimos com a instituição das nossas universidades⁴⁵¹, e vale notar que, temos bem claro, estamos quase sempre falando da região sudeste, pois esse era o espaço do país em que as mudanças mais ocorriam. Não é, pois, sem razão que Schwartzman⁴⁵² (1995) “denuncia” que o peso maior da pesquisa científica e tecnológica pertence às instituições paulistas que, segundo ele, não se enquadram perfeitamente nos quadros da política científica e tecnológica governamental. Isto ficará mais claro posteriormente, mesmo na fase em que o IPEN passa a ser gerido pelo Governo Federal.

E na área dos nossos minérios denominados “atômicos”? Poderíamos dizer que tínhamos avançado com uma política mais nacionalista ou ainda havia uma indefinição no jogo das forças?

Em obediência ao acordo de 1945⁴⁵³ ainda estava ocorrendo a exportação de minérios radioativos para os EUA. O Governo Dutra tomou uma posição a respeito e convocou o Almirante Álvaro Alberto para estudar e propor medidas de Política Nuclear. No entanto, as medidas tomadas, os grupos formados, etc, não se convertiam em ações concretas, que pudessem ser transformadas em um instituto de pesquisa na área nuclear. As medidas que não saíam do papel foram sendo tomadas, uma após a outra.

No início da década de 50, o governo promoveu várias medidas para melhorar o país com grande atuação na industrialização. Foram feitos investimentos públicos no sistema de

⁴⁵¹ Em 1948 Oscar Sala foi encarregado da instalação do acelerador eletrostático do tipo Van der Graaff. A Universidade de São Paulo já estava demonstrando que a formação de nossos jovens é um dos caminhos importantes para desenvolvermos tecnologia. Neste período (45-49), no campo de física de raios cósmicos destaca-se César Lattes que trabalhava com Occhialini. Lattes idealizou e realizou as experiências que levaram à descoberta do méson-Pi. Em 1949, Wataghin volta para a Itália. Entrementes, já tinha deixado discípulos. Existiram outros grupos, além destes citados, e cabe destacar o de Bernard Gross, do Instituto Nacional de Tecnologia, e o de Joaquim Costa Ribeiro, da Faculdade Nacional de Filosofia, da Universidade do Brasil. Ambos trabalharam em áreas não nucleares. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p. 263-268. Anteriormente, em 1948 houve a criação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) mais de um século depois de suas congêneres. Schwartzman, Simon (1979). Formação da comunidade científica no Brasil, p.288. Segundo citação de Motoyama (1985) a SBPC desde o início trabalhou para a disseminação de ciência e tecnologia na sociedade brasileira. Ainda em 1948 foi promulgado o artigo 123 da Constituição do Estado de São Paulo, onde 0,5% da receita orçamentária paulista seria empregada em ciência e tecnologia. É bom lembrar que somente com a criação da FAPESP em 1962 foi possível colocar na prática este artigo. Hoje a FAPESP é um importante órgão de fomento para a pesquisa no Estado de São Paulo. Os pesquisadores do IPEN encontram financiamento para as suas pesquisas, financiamento para ampliar os equipamentos de seus laboratórios, modernizar a biblioteca, etc, junto à FAPESP.

⁴⁵² Schwartzman (1995), página 241.

⁴⁵³ Em 10/07/45, tinha ocorrido um acordo entre o Itamaraty e a embaixada dos EUA onde ficava prevista a venda anual de nossos minérios radioativos. O Brasil, após os três primeiros anos do acordo, através de sua embaixada nos EUA, se posicionou contra o prosseguimento do mesmo alegando que não poderia legalmente manter a exclusividade do fornecimento. Esta medida gerou um clima hostil e retaliações por parte do governo norte-americano contra o Brasil. Cabral, Milton (1983): “A questão nuclear”, Página 9.

transportes e de energia⁴⁵⁴. Ora, a industrialização, o transporte e o fornecimento de energia estão intimamente ligados entre si e com o desenvolvimento de tecnologias.

Finalmente, depois de diversas tentativas, por iniciativa do professor Carneiro Felipe e do Almirante Álvaro Alberto, no final do governo Dutra, foi assinada a lei 1310⁴⁵⁵ que criava o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) com ampla jurisdição, na época, sobre a área nuclear.

Esta Instituição, juntamente, com a USP será muito importante para a criação do IEA não somente porque este foi criado num convênio entre as duas instituições, mas também pelo que representaram: a USP fornecendo os cientistas e o CNPq a linha mestra, a orientação. Dessa mescla de instituições, portanto de culturas, nasce futuramente o IEA.

Daí em diante, por força da lei aprovada, todas as atividades referentes ao aproveitamento da Energia Nuclear, sem prejuízo da liberdade da pesquisa científica ou tecnológica, deveriam permanecer sob controle do Estado representado pelo CNPq ou quando necessário, pelo Estado Maior das Forças Armadas (EMFA).

No campo da energia nuclear o CNPq estabeleceu uma série de normas que deveriam ser seguidas nos acordos internacionais. Ainda em 1951, o decreto 30.230 regulamentava a pesquisa e a exploração de minerais de interesse nuclear.

A criação do CNPq foi benéfica para ciência e tecnologia no país e estava inserida dentro de uma política do governo brasileiro. O grupo chamado nacionalista fazia um gol. No entanto a luta entre forças opostas vai longe e não acaba nesse momento.

Paulo Marques⁴⁵⁶ no seu livro “Sofismas Nucleares” argumenta:

“Esse conjunto de medidas que de certo modo consubstanciava o embrião de uma política nuclear coerente, representou um triunfo da corrente nacionalista e construtiva liderada pelo Almirante Álvaro Alberto. Assim

⁴⁵⁴ Ampliou - se a oferta de energia para o Nordeste assim como foi resolvido o problema do carvão nacional. Em 1952 foi fundado o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (BNDE) com a finalidade de incentivar a indústria. Fausto, Boris (1999). História do Brasil, p. 409.

⁴⁵⁵ Sucedendo Dutra na Presidência da República temos Getúlio Vargas. Este tomou posse em 31/01/1951. Ver Motoyama, Shozo, Garcia, João Carlos Vítor (1996) - organizadores. O Almirante e o novo Prometeu. Álvaro Alberto e a C&T. Página 75.

⁴⁵⁶ Marques, Paulo (1992), Sofismas nucleares. O jogo das trapaças na política nuclear do país, p.32.

sob a presidência do próprio Almirante Álvaro Alberto o CNPq lança-se de maneira acertada ao árduo trabalho de implementar a C&T no país”.

Logo após a sua criação o CNPq propôs, que além da garantia de operação da indústria nacional especializada, no tratamento da areia monazítica, deveríamos obter auxílio técnico que nos garantisse a aquisição de equipamentos e materiais para reatores nucleares. Esta medida representava já a preocupação da nossa comunidade científica, da época, de obter todas as condições para a construção e operação de usinas nucleares⁴⁵⁷. Isso só se concretizaria duas décadas mais tarde e por vias bem diferentes daquelas pensadas pelo Almirante Álvaro Alberto tanto quanto da maioria da comunidade científica brasileira

Em 22/2/52, foi assinado um acordo de exportação de monazita e óxido de tório no qual foram desconsideradas as resoluções do CNPq. A consequência imediata deste acordo se fez sentir quando o Serviço Geológico do EUA iniciou, em agosto de 1952, a investigação dos depósitos radioativos no Brasil⁴⁵⁸. Este trabalho foi uma ação conjunta com a Comissão de Energia Atômica dos EUA e o CNPq até 1956 e posteriormente com a Comissão Nacional de Energia Atômica (CNEN)⁴⁵⁹. Neste acordo só levamos desvantagens, pois somente o Brasil cumpriu com a parte que lhe cabia ficando os EUA sem comprar os subprodutos resultantes do beneficiamento da areia monazítica conforme acordo formalizado.

Fazendo uma retrospectiva, são observadas duas tendências com relação ao caminho percorrido na tentativa de desenvolvimento da área nuclear. Uma pregava preferencialmente o apoio externo, enquanto a outra preferia uma maior independência na busca de conhecimentos através de nossos pesquisadores e uma legislação nacional protecionista⁴⁶⁰.

⁴⁵⁷ Cabral, Milton (1983). *A questão nuclear*. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p.16.

⁴⁵⁸ É muito estranho que outro país venha a fazer pesquisa no nosso solo. Será que o contrário seria permitido? Lembrar que naquela época não se falava nem em contrato de risco.

⁴⁵⁹ Entre 1952 e 1956 houve grandes mudanças no CNPq. O CNPq de 1952 é muito diferente daquele de 1956. A literatura é farta sobre o tema. Citamos: Motoyama, Shozo, Garcia, João Carlos Vitor (1996) - organizadores. O Almirante e o novo Prometeu. Álvaro Alberto e a C&T. Cabral, Milton (1983). *A questão nuclear*. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha

⁴⁶⁰ Cabe lembrar que o governo brasileiro já tinha, na década de 40, feito a opção de fazer acordo com os EUA, mas não houve um retorno significativo por parte do governo americano. Mediante esta dificuldade o Almirante Álvaro Alberto tenta realizar acordos com a Alemanha e a França. Entre 1952 e 1954 foram realizados dois acordos com os EUA para fornecimento de minerais nucleares com pagamento em dólar e trigo. Nesses acordos as propostas do Almirante Álvaro Alberto sobre compensação específica foram ignoradas. Cabral, Milton (1983), *A questão nuclear*. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p. 16.

Em 1954, o Brasil redefine a política para o setor energético, visando a adquirir conhecimento científico e tecnológico para a construção de reatores e implantar o ciclo do combustível. Em 27/01/55 foi criada a Comissão de Energia Atômica como um órgão do CNPq e que se preocupou, desde a sua fundação, com a instalação de usinas de processamento de sais de urânio e tório, instalações de reatores de pesquisa e industriais, assim como com o processo de enriquecimento isotópico de urânio pelo método de ultracentrifugação⁴⁶¹. Mais uma vez ficamos só no papel.

O processo de desenvolvimento da tecnologia do ciclo do combustível e de reatores de potência sempre esteve na pauta de estudos de alguns dos cientistas em nosso país, desde os primórdios do advento da energia nuclear como fonte de energia. A despeito de não termos indústrias que pudessem sustentar o desenvolvimento tecnológico no campo nuclear, o país, com acertos e erros, tentava desenvolver uma política e um programa nuclear.

Após a morte de Getúlio Vargas, assumiu o poder o Vice-Presidente João Café Filho (29/08/54-11/11/55). O cenário de lutas pela nossa independência tecnológica iria mudar.

Com a saída de Getúlio Vargas do comando da nação, o general Juarez Távora, passou a ocupar a chefia do Gabinete Militar e a Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional (24/08/54-15/04/55). Após uma sequência de conflitos gerados por diferentes visões da condução da política nuclear o general convida o Almirante Álvaro Alberto a pedir exoneração do cargo de presidente do CNPq em 02/03/55. Acaba definitivamente a política de compensação específica⁴⁶².

Dois meses após a renúncia do Almirante Álvaro Alberto, são assinados dois acordos com os EUA objetivando um programa de prospecção de urânio e a negociação de um programa de pesquisa para usos civis da energia atômica⁴⁶³.

⁴⁶¹ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p. 29.

⁴⁶² Cabral, Milton (1983). A questão nuclear. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p.31.

⁴⁶³ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p.32.

Este é o quadro geral do panorama nacional que deu início à energia nuclear no Brasil com duas tendências conflitantes que passaremos a discutir.

2. Liberação da energia nuclear para fins pacíficos – criação do IEA. Novas tendências

a. Panorama internacional. Mudanças táticas

Nos anos 50, surgem, no cenário internacional, dois importantes acontecimentos que irão refletir na criação e na vida da Instituição (IEA/IPEN). Em 1953, o presidente dos

EUA (Eisenhower), lança na Assembléia Geral das Nações Unidas (ONU) a criação de uma Organização Internacional de Energia Atômica para utilizar o átomo em benefício da humanidade. Surge, então, o projeto “Átomos para a Paz” (dezembro de 1953)⁴⁶⁴.

Em dezembro de 1954, a ONU aprova o projeto “Átomos para a Paz”. Ainda em 1954, a Assembléia Geral das Nações Unidas criou um grupo encarregado de estabelecer as prerrogativas daquele organismo proposto. O grupo que foi constituído se encarregou de elaborar o estatuto que foi aprovado em 1956. Em 1957, foi finalmente criada a Agência Internacional de Energia Atômica⁴⁶⁵ (AIEA). O Brasil esteve presente na criação da AIEA⁴⁶⁶. Esta desempenha as principais funções de ajudar os países membros interessados em empregar as tecnologias nucleares, com fins pacíficos, nas esferas de produção de eletricidade, saúde, desenvolvimento agrícola e industrial. Além dessas, a AIEA fiscaliza as atividades nucleares civis para controlar os materiais nucleares salvaguardados⁴⁶⁷.

⁴⁶⁴ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p. 22.

⁴⁶⁵ O Estatuto da AIEA foi promulgado pelo decreto 42155 em 27/08/1957.

⁴⁶⁶ “Esta cova em que estais/ com palmos medida/ é a conta menor/ que tiraste em vida/- É de bom tamanho/ nem largo nem fundo/ é a parte que te cabe/ deste latifúndio”. Melo Neto, João Cabral (1996), Morte e Vida Severina, p. 41-42.

⁴⁶⁷ Entende-se por salvaguardas as medidas com o fito de controlar a utilização de materiais nucleares e aqueles que são de utilidade para a produção de energia nuclear. Estas medidas incorporam a garantia de que esses materiais não serão usados para fins bélicos. Compete a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que é um organismo das Nações Unidas, exercer o controle e execução das medidas de salvaguardas. O IPEN tem um grupo encarregado do material salvaguardado que se encontra em uma instalação específica para esse fim.

b. Panorama nacional – Entusiasmo e nacionalismo

*Très loin, dans le dedans de mon écorce chaude,
Dans le noir embrouillé des veines et du sang,
Le poseur de questions tourne en rond, tourne et rôde:
veut savoir pourquoi tous ces gens ces passants?*

Claude Roy⁴⁶⁸

Em 03/08/1955 o presidente João Café Filho assinava um acordo com os EUA, integrante do programa “Átomos para a Paz”⁴⁶⁹. Neste programa constava que os EUA comprometiam-se a arrendar o urânio enriquecido, para o funcionamento de reatores de pesquisa instalados no Brasil⁴⁷⁰. É interessante que o germe para a aquisição do reator IEA-R1 aconteceu antes da criação do IEA⁴⁷¹.

“Remontando-se as origens do reator (...). Com o advento do “Programa Átomos para a Paz”, o Brasil assina um acordo bilateral com os Estados Unidos, em 1955, pelo qual pôde obter 6 quilos de urânio enriquecido em seu isótopo U-235 a 20%. Firmado o acordo, o General Bernadino de Mattos, presidente da Comissão de Energia Atômica, procurou, designando um grupo de estudos, saber do tipo de reator que se adaptaria às necessidades do país. Decidiu-se o grupo pela construção de um reator de piscina de alta potência. Local: São Paulo, por se tratar de um centro pioneiro na América Latina em pesquisas sobre física nuclear (.). Outro motivo de escolha: o fato de que as pesquisas atômicas necessitam de amparo de um grande parque industrial como o existente na capital paulista”⁴⁷².

Comentamos que poderíamos até pensar que se trata de um outro projeto e não aquele que definiu a vinda do reator IEA-R1. Sabemos que se trata realmente do reator IEA-R1, pois, o comentário acima, encontra-se no item referente ao reator instalado no IEA.

⁴⁶⁸ Longe, bem dentro lá da minha casca quente / na negra confusão das veias e do sangue / roda o perguntador, roda e ronda em sua mente / busca saber por que tanta gente passando? Roy, Claude, (1996), O perguntador. Página 184.

⁴⁶⁹ Marques, Paulo (1992), p. 46-47 comenta que formalmente esta data representa o fim do que ele denomina o período nacionalista. Concordamos, mas acrescentamos que apesar de tudo, mesmo quando um campo parece seco e sem vida, na primeira chuva começam a aparecer os brotos. Acreditamos que ainda adiante, no próprio IEA o “espírito” de Álvaro Alberto se fez sentir e no texto iremos discutir essa idéia. Ver Motoyama, Shozo (1985). “A Gênese do CNPq”, p.29.

⁴⁷⁰ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p. 32.

⁴⁷¹ Ver anexo III.

⁴⁷² CNEN (1959), sem paginação no item “O Reator de Pesquisa”.

No entanto, o IEA-R1 não é um reator de alta potência e nem era o que se entendia na época como a necessidade do Brasil, pois a comunidade científica pensava em construir um reator de potência para a geração de eletricidade⁴⁷³.

Também observamos que não era nem um pouco desconhecido que as pesquisas no campo nuclear precisavam do suporte de uma indústria. Mas, o texto da CNEN, acima, menciona que foi escolhido um Estado industrializado, e se esquece de complementar, “embora não o suficiente”. Ou seja, não existia aquela indústria que pudesse nos dar apoio, sobretudo para se desenvolver a tecnologia na área nuclear.

Por outro lado, as pesquisas na área nuclear num instituto, embora pequeno, poderiam ter incentivado o desenvolvimento de outras pesquisas e de indústrias em áreas afins, caso o capital nacional estivesse disposto a investir, mesmo com um mercado ainda restrito⁴⁷⁴.

Sempre estamos percebendo que, ficamos prisioneiros de duas tendências principais (não só na área nuclear).

Havia aqueles que defendiam uma subserviência aos países desenvolvidos, mais notadamente aos EUA. e aqueles que queriam uma independência como se fosse possível um isolamento, principalmente, os grupos que ideológica e politicamente eram denominados de “esquerda”⁴⁷⁵. Isso já foi amplamente publicado, mas não sabíamos que exerceu uma influência um pouco diferente no IEA/IPEN.

Acreditamos que a história do IEA/IPEN é um reflexo da luta ideológica entre posições diferentes, dentro de uma sociedade, quanto ao desenvolvimento de tecnologia no país. No

⁴⁷³ “Em 1955, quando foi resolvido usar o programa Átomos para a Paz para montar o reator em São Paulo, a época estava favorável. A comissão de Energia Atômica dos EUA daria os recursos necessários. Costa Ribeiro, Cintra do Prado, Leite Lopes, Goldemberg, na ocasião meu assistente na USP, e eu fomos chamados para escolher o tipo de reator. Tínhamos estado na Conferência em Genebra, aonde pela primeira vez veio a público grande parte dos chamados segredos nucleares. Elaboramos as características do reator, um reator de tipo piscina. (...) Era o mais barato, o mais seguro, e tinha ainda a vantagem de produzir alto fluxo com pequeno consumo de urânio, porque o urânio é levemente enriquecido, a 20%; nós achávamos que, se o sistema de refrigeração do núcleo fosse alterado, poderíamos trabalhar no reator com um fluxo elevado de nêutrons, indispensável para um país que queria desenvolver um programa de energia nuclear autônomo para fins pacíficos. Nenhum reator de piscina explodiu até hoje”. Damy de Souza Santos, Marcello. Entrevista publicada em: Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita (1998). Cientistas do Brasil (1998), página 527. O reator inicialmente trabalhava com um combustível enriquecido a 93%.

⁴⁷⁴ Não pretendemos afirmar que a tecnologia vai resolver todos os nossos problemas e nos transformar em uma sociedade moderna, com homens felizes para sempre. Afirmamos, sim, que essa é uma das vertentes para o desenvolvimento do país.

⁴⁷⁵ A palavra, aqui mencionada, “esquerda”, não significa, necessariamente, comunista ou socialista. Antes, quer explicitar, por conveniência metafórica que, dentro do espectro “esquerda”, estariam aqueles que, não sendo fascistas ou nazistas, defendiam uma tecnologia mais independente.

entanto, algumas particularidades ocorrem na Instituição. Embora, a Instituição nunca tenha tido uma orientação de "esquerda" havia uma opção nacionalista⁴⁷⁶.

Por outro lado, algumas forças políticas do cenário nacional ficam meio adormecidas, por quase três décadas, dentro da Instituição (talvez esperando o momento certo de contra-atacar). Só que isso não ocorre por acaso e sim em um momento preciso, mais adiante. Enquanto isso, o IEA/IPEN prossegue nas suas pesquisas quase que anonimamente no país, embora esta Instituição tentasse sobreviver, a sua voz não se fez ouvir no país nem na área governamental nem entre os outros cientistas do país. Iremos ainda, nesse capítulo, voltar várias vezes ao mesmo tema.

Em 31/01/56 Juscelino Kubitschek⁴⁷⁷ (JK) assume a Presidência do Brasil. No início do seu governo, ele instaura uma CPI para investigar as pressões americanas ocorridas, ainda no governo anterior, para mudar as diretrizes do CNPq. Fica transparente, então, a ingerência americana, na política nuclear pleiteada por Álvaro Alberto.

No governo JK, a área nuclear foi contemplada. Para Scharwatzman (1995) essa onda de modernização se fazia presente, junto com uma auréola nacionalista militar, para apoiar e desenvolver a área nuclear e que vinha sendo comandada por Álvaro Alberto. Essa vertente, como vimos, é frustrada pela deposição de Álvaro Alberto do CNPq que, se transforma em uma agência de distribuição de pequenas dotações de pesquisa. No entanto, o tema da modernização por meio de C&T continua permeando a camada intelectual da sociedade, sobretudo em alguns Estados como São Paulo.

Nesta época, já vemos o germe para a criação do Ministério de Minas e Energia com o projeto de criação de uma Agência Nacional responsável pelo planejamento da política científica e tecnológica do país⁴⁷⁸. Dentro deste contexto, o tema nuclear mereceu especial atenção desde o primeiro pronunciamento de JK no Congresso Nacional⁴⁷⁹.

⁴⁷⁶ Existem também os denominados de "direita" que são nacionalistas, vide o fascismo e o nazismo. No entanto, não era o caso no Instituto, pelo menos do ponto de vista de pessoas que ideologicamente são classificadas como de extrema direita.

⁴⁷⁷ A política econômica nesse governo foi definida em um programa de metas que compreendia energia, transportes, alimentação, indústria de base, educação e a construção de Brasília. Foram anos de otimismo. Foi um governo que promoveu a atividade de Estado tanto no setor de infra-estrutura como no incentivo direto à industrialização, além de se preocupar em atrair a ajuda de capitais estrangeiros.

⁴⁷⁸ Scharwatzman (1995), página 245 e 246.

⁴⁷⁹ No governo JK, foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) pelo decreto 40.110 de 10/10/1956. A CNEN ficou diretamente subordinada à Presidência da República como órgão de Política Atômica. A CNEN imediatamente se preocupou em estabelecer um programa para o reconhecimento dos recursos de urânio no Brasil,

No governo JK foi criado o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (e social) com o objetivo de suprir as necessidades de infra-estrutura que ajudassem a industrialização da sociedade brasileira dentro de uma política desenvolvimentista. Infelizmente, em 1989 foi assinado um decreto pelo presidente da República proibindo o BNDE (BNDES) de financiar as empresas estatais. Isso não é tudo, em 1997, ainda por um decreto presidencial o BNDES poderia passar a fazer empréstimos as multinacionais para que comprassem as Estatais. É a política neoliberal sendo implantada na década de noventa (1990) no país. Com uma política assim formulada como poderíamos esperar que em uma área tão complexa como a nuclear teríamos apoio por parte do governo para continuar com as pesquisas na área do ciclo do combustível⁴⁸⁰.

É no governo de JK, em 1956, como já vimos, que foi criado o Instituto de Energia Atômica (IEA), alvo principal da nossa pesquisa⁴⁸¹.

No IEA foi instalado um reator de pesquisa (IEA-R1)⁴⁸² tipo piscina, moderado e refrigerado a água leve, utilizando grafite como refletor. Este apresenta, de acordo com as especificações fornecidas, uma potência nominal de 5MW com incursões a 10 MW. O combustível sendo urânio, ²³⁵U, enriquecido a 20% e refrigerado e moderado a água.

Na realidade, os elementos combustíveis usados pelo IEA-R1 também têm uma história que não está desvinculada das idas e vindas da política norte-americana para a área nuclear.

levantamento este que prosseguiu até 1960, juntamente com técnicos da Comissão de Energia Atômica dos EUA. Em 1957 é criado o Instituto de Pesquisas Radioativas em Belo Horizonte atual Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN). Cabral, Milton (1983). A questão nuclear. Relatório da CPI do Senado sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha, p. 37-40. O CDTN realiza atualmente pesquisas em áreas do meio ambiente, radioproteção e segurança nuclear, tecnologia de materiais, aplicações de técnicas nucleares e tecnologia química e mineral entre outras pesquisas.

⁴⁸⁰ Biondi (1999), página 19.

⁴⁸¹ Decreto 39.872 de 31/08/1956 através de um convênio entre o CNPq e a Universidade de São Paulo (USP). Conforme colocamos no anexo II: O IEA ficou subordinado administrativamente, tecnicamente e cientificamente ao CNPq. A partir de 19/02/1963 o IEA foi transferido para a Comissão Nacional de Energia Nuclear, ficando subordinado a esta até 07/06/1972 quando então passou a pertencer à USP. Em 16/03/1979 o IEA vincula-se à Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Governo do Estado de São Paulo e passou-se a se chamar Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) estendendo a sua atuação e estudos a outras formas de energia além da nuclear. Finalmente o IPEN, em 1982, volta a pertencer a CNEN como unidade administrativa (mediante comodato dos seus bens), nas atividades do desenvolvimento das aplicações pacíficas de energia nuclear a cargo da CNEN e monopólio da União (lei 1982 de 28/12/1982).

⁴⁸² Este reator foi adquirido, como já comentamos, no programa “Átomos para a Paz”, com base em um acordo entre os governos do Brasil e dos EUA firmado em 05/08/1955. Ver anexo III.

“O primeiro núcleo era constituído de um arranjo de 5 por 6 elementos, projetado para operar a 5MW. (...), sempre operou em 2 MW, tendo sido instaladas, até o presente (julho de 1995), 175 configurações diferentes de núcleos. A primeira carga utilizou elementos de placas curvas com 20% de enriquecimento, fabricados pela Babcock & Wilcox. Esses elementos foram utilizados até 1959, quando começaram a apresentar falhas de corrosão. A segunda carga continuou empregando elementos de placas curvas ao mesmo nível de enriquecimento, fabricados pela United States Nuclear, tendo sido utilizados até 1968. A terceira carga foi de elementos constituídos de placas planas com enriquecimento de 93%, fornecidos pela mesma empresa anterior. O elemento de controle tipo oval de B 4 C foi substituído por elementos tipo garfo de AgInCd adquiridos de um fornecedor francês. No início da década de 80, com o esforço internacional para a conversão de combustíveis com alto enriquecimento (...) para baixo enriquecimento (...), 5 elementos combustíveis com 20% de enriquecimento foram comprados da NUKEN e colocados no núcleo, iniciando a conversão do IEA – R1 para baixo enriquecimento. Paralelamente foram desenvolvidas pesquisas para a fabricação de elementos combustíveis com baixo enriquecimento no IPEN, resultando em 1985 na fabricação de dois protótipos de elementos parciais: elemento de número 128 com duas placas e elemento número 129 com 10 placas. Estes elementos foram colocados no núcleo e testados satisfatoriamente. Com o bom desempenho dos protótipos brasileiros, fabricou-se em 1988 o elemento número 130, constituído de 18 placas. A configuração atual do núcleo engloba 11 elementos convencionais e 4 de controle produzidos no IPEN, além de 10 elementos de 93% (United States Nuclear), com queima de 40% e 5 elementos da NUKEN com queima de 30%⁴⁸³”:

O pesquisador do IPEN Roberto Frajndlich⁴⁸⁴ que se encontra na Instituição desde 1977 e ocupando, desde 1992, a chefia da Divisão de Operação do Reator IEA-R1, em depoimento, comentou que durante os dez primeiros anos o reator operou a 2 MW porque ele foi utilizado preferencialmente para pesquisa.

Atualmente, por necessidade de produção de radioisótopos (samário, iodo, molibdênio) o reator precisa operar 120 h contínuas, e, a 5MW para produzir o molibdênio via captura pela técnica gel.

No momento o reator opera 64 h seguidas atendendo a uma parcela da demanda. Por isso em 1996/1997 foram feitas várias reformas no sentido de aumentar a potência do reator.

⁴⁸³ Maiorino, Jose Rubens (2000). Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura. Trabalho apresentado como tema especial na XII ENFIR em outubro de 2000. Rio de Janeiro. Publicado somente como resumo e distribuído o texto integral por cortesia do autor.

⁴⁸⁴ Desenvolveu um trabalho de mestrado onde estuda a probabilidade de acidentes no reator IEA-R1. Calculation of the probability to occur accidents at IEA-R1 reactor. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Brasil. Tese de Mestrado, 1982. Theoretical studies for the conversion from high enrichment fuel to low enrichment fuel for the research reactor IEA-R1 at IPEN, São Paulo, Brazil. Interner Berict KFA, IRE, IB-5/82. Alemanha Ocidental, 1981.

O reator operou a 5MW de 06/10/1997 a 31/10/98 para mostrar que havia condições de operar a uma potência mais elevada. Ocorreram alguns problemas técnicos que foram resolvidos pelo pessoal do IPEN.

No entanto, as células para a produção do molibdênio não ficaram prontas até o final de 2002. Para elevar a potência para 5MW ocorre um problema adicional – precisa ter mais elementos combustíveis do que há atualmente. Para operar a 5 MW numa razão de 64 h por semana, precisa ter cinco vezes mais elementos combustíveis. Na relação custo/benefício da nossa sociedade, não seria razoável operar a 5MW enquanto não estivessem prontas as células para a produção de molibdênio.

Os elementos combustíveis são atualmente fabricados no IPEN – Centro do Combustível Nuclear (CCN) cujo responsável é o pesquisador Dr. Michelangelo Durazzo. A capacidade de produção de combustíveis ainda é reduzida, teria que aumentar a “fábrica” e trabalhar em turno.

Anteriormente, como vimos, os elementos combustíveis eram importados (o primeiro e segundo carregamento vieram dos EUA, depois vieram os elementos de controle da França e por fim cinco elementos combustíveis da Alemanha). A partir de 1984, o IPEN começou a produzir os elementos combustíveis, embora o urânio enriquecido (na forma de pó) vem sendo comprado no exterior. Inicialmente, o urânio enriquecido veio dos EUA (93%), mas em 1972 a AIEA com receio de que terroristas pudessem utilizar os elementos como armamento nuclear propôs a redução do enriquecimento. Ainda segundo depoimento de Roberto Frajndlich, esse enriquecimento por determinação da AIEA e dos países mais ricos (acreditamos que o pesquisador quis dizer mais desenvolvidos tecnologicamente) deveria ser em torno de 20%.

Iniciou-se uma outra fase nos reatores de pesquisa. No entanto, isso acarreta um maior uso do combustível e um menor fluxo de nêutrons, mas a AIEA ofereceu outras vantagens: enviava “experts” e dava apoio em outros setores, como por exemplo, os países que aceitassem a nova orientação teriam a oportunidade de enviar para os EUA todos os elementos queimados que estivessem estocados em seus reatores. Ainda, segundo o pesquisador Roberto Frajndlich, isso foi de grande valia porque muitos reatores não tinham onde estocar os seus elementos combustíveis gastos (ver iconografia). Como a maioria dos

países, não faz o reprocessamento, não sabe o que fazer com o rejeito de alta atividade, isso era um problema adicional. Depois de quarenta anos em média com esses elementos estocados na água começa uma corrosão e vazamento apreciável⁴⁸⁵.

O próprio mercado internacional começou a oferecer os elementos enriquecidos a 20%, portanto não houve muita opção. Os elementos combustíveis do reator, após vários estudos⁴⁸⁶ para não prejudicar a operação, foram sendo substituídos. Hoje o reator opera com todos os elementos a 20%. E todos são nacionais, produzidos no IPEN, sendo que o pó enriquecido veio dos EUA, da Rússia e da China.

Tendo em vista o menor enriquecimento buscou-se uma tecnologia onde pudesse aumentar a densidade que passou de 1,9 g/cm³ com 3,0 g/cm³ (para elementos combustíveis de siliceto) e elementos óxidos que têm uma densidade de 2,3g/cm³. A metalurgia do IPEN já tem condição de alcançar uma densidade de urânio de 4,1 g/cm³. Essa tecnologia desenvolvida no IPEN vem suprir o problema de baixo enriquecimento. O reator opera com 9 elementos de siliceto e outros como óxido.

Ainda, como o Brasil não está enriquecendo urânio, surge o problema de definir uma política para a compra do elemento enriquecido (óxido ou siliceto) além, de uma programação detalhada, pois uma vez comprado o pó, torna-se necessário em torno de dois

⁴⁸⁵ Portanto, quando o IPEN enviou os elementos combustíveis gastos (127) para os EUA (novembro de 1999) e um grupo do Greenpeace esteve na porta do Instituto protestando percebe-se como comentamos, anteriormente que havia uma falta de conhecimento do que realmente se passava. Na realidade, o único ponto importante que não foi abordado por eles: o plutônio que existia nesses elementos tem um certo valor econômico e estratégico, tanto é verdade que no início os EUA queriam levar somente aqueles elementos que tinham um enriquecimento de 93%. O professor Pieroni tentou implantar os laboratórios de reprocessamento no IEA e gastou muito dinheiro enviando pesquisadores para o exterior assim como capacitando as duas instalações (Celeste I e II), mas enfrentou muitas dificuldades. “O pouco que sei, conversando com pessoal da Argentina é que eles sofrem muita pressão do exterior para não fazer o reprocessamento. O reprocessamento envolve a recuperação de materiais como o plutônio, como o urânio -235, enfim materiais que são controlados pela AIEA. Nós, no Brasil, a cada seis meses, temos inspeções da AIEA no sentido de verificar se não estamos utilizando os elementos combustíveis para outros fins, são acordos de Salvaguardas. Enfim há uma pressão para que os países (Brasil, Argentina.) não façam o reprocessamento. Com relação aos alvos de urânio para a produção de molibdênio também em 1972 a AIEA recomendou que, como vimos, reduzisse a porcentagem de enriquecimento do urânio. Porém muitos países mantiveram a 93% por que a tecnologia para a produção de molibdênio com gel ainda não está totalmente desenvolvida. Isso tem trazido problemas para a AIEA e para os países ricos(**novamente, o depoente deve ter querido dizer países desenvolvidos tecnologicamente**). O Brasil adotou a tecnologia de captura (e desenvolveu) e aí sim não tem rejeitos que possam ocasionar problemas. A eficiência do método, no entanto, não é tão boa quanto aquela por fissão”. Depoimento do pesquisador Roberto Franjdilich em 18/11/2002.

⁴⁸⁶Theoretical studies for the conversion from high enrichment fuel to low enrichment fuel for the research reactor IEA-R1 at IPEN, São Paulo, Brazil. Interner Berict KFA, IRE, IB-5/82. Alemanha Ocidental, 1981. Calculation of reactivity and thermal neutron flux for different configurations enrichment and U235 mass in IEA-R1 reactor, São Paulo, Brazil. Atomindex, vol 17, num 13 de 16/07/1986, referência 045242. The conversion and power upgrading of IEA-R1: experience and perspectives. 21 st RERTR “Reduced enrichment for research and test reactors”. São Paulo, Brasil. 18-23/10/1998. The operational and logistic experience on transportation of Brazilian spent fuel to USA. Proceeding of the International Meeting on reduced enrichment for research and test reactors (ANL/TD/TM01 -12), Las Vegas, Nevada. EUA. 1-6/10/2000. Nesses trabalhos o autor sendo sempre: Frajndilich, Roberto.

anos para a produção do elemento combustível. Não adianta aumentar a potência do reator e o combustível acabar, pois há um cronograma de fornecimento de radioisótopos para a classe médica que não pode ser interrompido – hoje a principal razão da operação do reator IEA-R1m é a produção de radioisótopos. Estamos melhorando a condição do reator e investindo muito dinheiro nesse sentido.

O IPEN usufrui, no momento, dos resultados obtidos com as pesquisas que começaram na segunda metade da década de cinquenta, ou seja, não ficamos somente na retórica e no imediatismo. Nesse sentido, destaca-se o lado positivo da cooperação com a Marinha, na década de 1980, que investiu muito dinheiro para a reforma do reator e sem a qual não teríamos a modernização do IEA-R1 (atual IEA-R1m).

Acrescentamos um trecho da entrevista com o pesquisador Roberto Frajndlich que irá complementar o capítulo em que discutimos a cultura do IPEN:

“Lembro que no caso até o chefe do reator passou a ser uma pessoa da Marinha e nós começamos a trabalhar junto com essa Instituição. Quando começamos a construir o MB-01, (...) foi construído num convênio IPEN/ Marinha e alguns operadores foram transferidos do IEA-R1 para trabalharem no MB-01. O grande objetivo era o IPEN mostrar que tinha capacidade de produzir um reator e a partir desse construir outros, principalmente aqueles que iriam ser utilizados no submarino nuclear. (...) de 1982 a 1992, nós ficamos sob uma grande influência da Marinha, onde aprendemos muito. A Marinha trabalhava com garantia de qualidade, com muita disciplina e isso foi aplicado ao reator e até grandes modificações nas áreas, nas salas e nos equipamentos foram realizadas. Em tese o reator continuou operando como sempre vinha fazendo e ajudando a Marinha na irradiação de materiais. Ainda agora, para o circuito de irradiação de vareta combustível o IPEN tem um convênio com a Marinha que deve começar daqui há um ou dois anos que visa o estudo das varetas que serão utilizadas depois no submarino nuclear⁴⁸⁷”.

Os trabalhos realizados com a Marinha duraram mais de dez anos. A Instituição começou, então, a trabalhar com cumprimento de prazos, controle de qualidade, disciplina rígida e objetivos pragmáticos.

⁴⁸⁷Depoimento do pesquisador Roberto Frajndlich gravado em 18/11/2002. Nesta época o reator respondia até administrativamente para a Marinha não sabemos se de forma oficial uma vez que os salários dos pesquisadores continuavam sendo pagos pela CNEN, mas a verba para os trabalhos era um “chapéu duplo”, CNEN/Marinha, segundo Roberto Frajndlich. O mesmo se deu com o Centro de Energia Nuclear (CEN). Vários dos pesquisadores da Instituição ficaram ligados ao projeto da Marinha. Depoimento do pesquisador Roberto Frajndlich gravado em 18/11/2002.

Lembremos que o Almirante Othon, já citado várias vezes, passou a chefiar a Diretoria de Reatores do IPEN segundo depoimento deste e de outros pesquisadores. O Almirante ficou por mais de uma década na instituição. Esse depoimento vem reforçar a idéia de que o IPEN mudou após o contato com a Marinha. Ocorreu uma mudança cultural, sobretudo com relação aos objetivos da Instituição que passaram a ser menos acadêmicos. Para uma grande parte da comunidade do IPEN isso pareceu muito bom. Aqui observamos que um dos objetivos de uma política científica e tecnológica consistente é exatamente refletir com antecedência sobre as possíveis diretrizes de um instituto de pesquisa. Isso não foi feito quando a Instituição começou a parceria com a COPESP. Ela visava, essencialmente, dominar a tecnologia do ciclo do combustível. Desconhecemos um estudo amplo sobre as características e objetivos dos trabalhos em conjunto. Acrescentamos essas reflexões àquelas realizadas sobre a parceria e suas implicações, no capítulo sete.

Voltemos à questão do Reator IEA-R1. A trajetória para a aquisição dos elementos combustíveis do reator IEA-R1 é, no mínimo, estranha. No acordo com os EUA de 1955, que deu origem a doação do reator⁴⁸⁸, constava que o Brasil poderia comprar no máximo 6 quilos de urânio enriquecido a 20% do seu isótopo ²³⁵U (por cinco anos).

Por outro lado, o trecho anterior do Doutor Maiorino revela que o núcleo do reator é de diferentes origens. O texto integral não faz referência às reais pressões que fizeram que tivéssemos a necessidade de recorrer a diferentes fornecedores. No entanto, no capítulo do artigo do Doutor Maiorino, sobre as alternativas para o núcleo do reator, existe uma menção a fatores políticos pesando na decisão, a partir de 1988, de não se realizarem mais trocas completas ou parciais do núcleo do reator. Ainda, o texto menciona que, a partir de 1988, foram usados elementos combustíveis fabricados pelo IPEN. Não foi mencionado qual a origem do urânio usado para a fabricação dos elementos combustíveis. Mais adiante, o texto menciona que os elementos combustíveis de origem francesa (enriquecidos a 93%)

⁴⁸⁸ CNEN (1959), sem paginação; Olympio (1957), comenta: “O que importa saber é que no dia 3 de agosto de 1955 foram assinados no Itamaraty dois instrumentos internacionais, um dos quais profundamente lesivo à nossa política nuclear: o Acordo de Cooperação para o desenvolvimento da Energia atômica com finalidades pacíficas (...) e o Programa Conjunto para o Reconhecimento e Investigação do urânio no Brasil, reprodução da minuta contida no documento (...). em síntese, trata-se (...): pelo Acordo (...) cuja duração de cinco anos, os Estados Unidos (...) arrendarão ao Brasil urânio enriquecido no isótopo U-235 para o funcionamento dos reatores de pesquisa que o nosso governo decidir construir. (...) “de acordo com o governo norte americano”, a quantidade (...) não poderá exceder 6 quilos de U-235 em urânio enriquecido até no máximo 20% de U-235. Trata-se, (...) de um simples reator (...) para estudo e pesquisas, sem qualquer possibilidade de produzir energia, reator cujos modelos, poucos meses depois, seriam expostos na Conferência de Genebra, para quem os quisesse adquirir. Nos termos do Acordo (...) o Brasil (...) ficou (...) dependente das decisões da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos, no tocante às partes vitais do convênio: ao tipo dos reatores (...); à construção e utilização (...) à concessão de qualquer futuro acréscimo do material físsil necessário ao funcionamento do reator”. Olympio, Guilherme. O Brasil e a era Atômica, p.170.

foram substituídos pelos nacionais, sem deixar claro se esses continham urânio enriquecido na mesma porcentagem. Sabemos⁴⁸⁹ que esses elementos atualmente são enriquecidos a 20% e que o urânio enriquecido foi comprado fora do país.

Ou seja, não estamos, na prática, enriquecendo o urânio, embora já tenhamos demonstrado que somos capazes de fazê-lo tecnicamente.

O IEA-R1 ficou crítico em 16/09/1957 e, embora concebido para operar a 5MW⁴⁹⁰, todos estes anos operou a 2MW (8 horas por dia, 5 vezes por semana em média) até que, recentemente, como vimos, foram realizadas uma série de reformas para que esse pudesse, finalmente, operar a 5MW.

Essas reformas denotam⁴⁹¹ que a filosofia de proteção radiológica também tem uma história. Esta está atrelada ao desenvolvimento tecnológico e ao aumento de riqueza dos países desenvolvidos para que possam investir mais em segurança⁴⁹². Temos que obedecer às normas internacionais de Proteção Radiológica, se quisermos continuar operando os nossos reatores e instalações radioativas. Ao mesmo tempo não temos, proporcionalmente, a mesma quantidade de verbas disponíveis para investir como os países do primeiro mundo. O impasse é resolvido com os projetos que são apresentados aos órgãos de fomento internacionais. É uma situação delicada em que se ganha por um lado, sendo possível modernizar os laboratórios e instalações, e se perde do outro lado, pois ficamos atrelados aos países que já dominam a tecnologia nuclear⁴⁹³.

⁴⁸⁹ O Doutor José Rubens. Maiorino que trabalha no IPEN nos deu essa informação. Para maiores detalhes ver: Maiorino, José Rubens (2000), Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura, sem paginação. Recebemos a mesma informação do doutor Roberto Frajnlich.

⁴⁹⁰ Publicação IEA-1 sem data, mas muito provavelmente de 1958; publicação IEA-11 (1958); publicação IEA-13 (1958); publicação IEA-16 (1958); publicação IEA-17 (1960).

⁴⁹¹ Logicamente, também, temos que levar em conta o envelhecimento, a vida média dos componentes e sistemas que compreendem o reator. “Os estudos para o aumento da potência (Diretoria de Reatores, 1995), proposta para a modernização e (...)” apontavam para melhorias tais como: instalação de um sistema de resfriamento de emergência, para remoção do calor residual no caso de acidente de perda de refrigerante mesmo que se trate de um acidente bastante improvável. Aqui podemos frisar que a segurança segundo as novas normas de proteção radiológica são altamente restritivas o que corrobora a nossa discussão tratada no capítulo sobre reator nuclear, bomba nuclear (...). Ainda outras melhorias se faziam necessárias: adequação do sistema de ventilação, eletricidade, monitoração da radiação e combate de incêndio. Observa-se que seria necessário reativar a camada de água quente na piscina do reator, que atua como barreira radiológica, para evitar que radionuclídeos aflorem à superfície da piscina. Em estudos posteriores foi demonstrado que, segundo o princípio de otimização, o custo com a camada quente seria desnecessário, desde que, se controlasse o número de horas que cada operador trabalharia no saguão da piscina. Tal estudo está publicado em Toyoda, Eduardo; Gordon, Ana Maria Pinho Leite; Sordi, Gian Maria A. A. (2000). Justificativa da implantação de um sistema de camada quente na piscina do reator IEA R1.

⁴⁹² Ver anexo II.

⁴⁹³ Lembrar do comentário que fizemos sobre o poder das instituições e os Estados que estão por trás das mesmas.

Este foi o primeiro reator atômico a funcionar na América do Sul. A instalação do IEA-R1 foi realizada pelo pessoal técnico e científico brasileiro já fazendo parte do quadro de funcionários do IEA, juntamente com dois engenheiros da firma construtora do reator (Babcock & Wilcox Norte-Americana)⁴⁹⁴. Ele é um marco nas pesquisas no campo nuclear no país, uma vez que veio não só aliar a teoria com a prática (já comentado anteriormente), como também possibilitou a formação de pesquisadores de vários outros Estados brasileiros⁴⁹⁵. Para Maiorino (2000)⁴⁹⁶:

"A fundação do Instituto de Energia Atômica (IEA), (...) confunde-se com a sua participação no desenvolvimento da tecnologia de reatores nucleares no país. De fato, a formação do Instituto teve como "CELULA MATER" a operação do Reator de Pesquisa IEA-R1"

Não se trata de promoção da Instituição feita pelo então Diretor da "Diretoria de Projetos Especiais". Mas, queremos ir um pouco mais adiante com alguns comentários.

Desde a criação do IEA até os dias atuais já se passaram quase 50 anos. Muita coisa mudou na Instituição por fatores internos assim como externos à mesma.

No documento "Proposta para a modernização e aumento de potência do reator IEA-R1"⁴⁹⁷ encontramos documentado no item dos objetivos⁴⁹⁸:

"Apresentar uma proposta de trabalho para a modernização do reator de pesquisa IEA-R1, (...) para possibilitar o aumento de potência de 2MW para 5MW, visando a utilização plena do reator em pesquisa e produção de radioisótopos"

Vamos contrastar o acima com os objetivos colocados na publicação IEA -R1 (sem data, mas provavelmente publicada em 1958) que já comentamos no capítulo intitulado "Reator Nuclear e Bomba Nuclear - Imagens Confusas e Juízo de Valor".

1 - desenvolver pesquisas sobre a energia atômica para fins pacíficos;

2 – produzir radioisótopos para estudos e experiências em quaisquer pontos do país;

⁴⁹⁴ Publicação IEA-1, sem data. Provavelmente de 1958.

⁴⁹⁵ Pouco depois da aquisição do IEA-R1, a Universidade Federal de MG instalou no Instituto de Pesquisas Radioativas o reator de 10 KW, água leve e urânio enriquecido que foi comprado dos EUA. Dentro deste Instituto foi criado o grupo de tório para desenvolver uma tecnologia que pudesse a partir de ²³²Th transmutá-lo em ²³³U.

⁴⁹⁶ Maiorino, José Rubens (2000), Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura, sem paginação.

⁴⁹⁷ Proposta elaborada para que fosse possível realizar as medidas necessárias para o aumento da potência do reator de 2MW para 5MW (julho de 1995, revisão 0), pela Diretoria de Reatores do IPEN.

⁴⁹⁸ Os objetivos são diferentes das justificativas favoráveis para o aumento da potência do reator onde no mesmo documento se contempla o item: e) Ensaios em física nuclear e de reatores.

- 3 – contribuir para a formação, em ciência e tecnologia nucleares, dos cientistas e técnicos, provenientes de várias universidades da federação;
- 4 – estabelecer bases, dados construtivos e protótipos de reatores, destinados ao aproveitamento da energia atômica para fins industriais, tendo em vista as necessidades do país.

Os objetivos são diferentes, ou melhor, anos depois da criação do IEA não está contemplado, entre outros, um dos objetivos principais, tão enumerado em muitas publicações no início do IEA⁴⁹⁹ - a construção de protótipos de reatores. Na publicação IEA-1 ainda é feita uma menção com destaque para o "*estudo de materiais estruturais existentes no país que possam vir a serem utilizados na construção de reatores pela indústria local*".

No informe anual⁵⁰⁰ (2000) da Instituição encontram-se os objetivos permanentes:

"Realizar pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos nas áreas das aplicações sociais de energia nuclear, reatores, materiais, ciclo do combustível, radioproteção, segurança nuclear e tecnologias afins. Manter ensino de pós-graduação e treinamento especializado. Gerar produtos e serviços, principalmente utilizando as técnicas nucleares, objetivando o interesse público. Valorizar os profissionais da instituição. Atuar sempre orientado para seus clientes. Buscar constantemente o estado da arte e a excelência nas suas áreas de atuação".

Ou seja, embora esteja contemplado "realizar pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos na área de reatores", percebe-se que vem marcado por "nas áreas de aplicações sociais".

Mais uma vez, alertamos que suspeitamos que poderemos nos tornar preferencialmente prestadores de serviço, tornando-nos, quem sabe, somente uma organização social.

Foi um longo caminho percorrido para se perder o que foi feito. Esse temor é reforçado quando analisamos o acima exposto concomitantemente com outras questões.

⁴⁹⁹ Ao longo desse trabalho vimos também que governantes, cientistas, políticos vinham se debatendo e propalando esse ideal: construção de reatores. Ainda na publicação da CNEN (1959) "Átomos de paz para o Brasil", sem paginação, cita-se o presidente da CNEN Almirante Octacílio Cunha que declara: "No caso brasileiro atual, verifica-se que com a diversidade de regiões que possuímos, com a variedade de economias regionais que temos, apesar das grandes quantidades de energia hidráulica, ainda não utilizada, há, indiscutivelmente regiões onde a energia nuclear será a solução do problema de energia elétrica".

⁵⁰⁰ Esse informe pode ser encontrado no "site" <http://www.ipen.br> no ano de 2000. Ver iconografia.

O Dr. Alcídio Abrão⁵⁰¹ nos informou que, o Departamento de Engenharia Química⁵⁰², sobre o qual ainda não falamos, estaria voltando os seus estudos para a área ambiental. Maiorino⁵⁰³ (2000) relata:

“A partir da década de 90, com as mudanças na política de desenvolvimento autônomo e de substituições de importações por um modelo neoliberal e de inserção político econômica (globalização), ocorre uma desaceleração do programa de reatores no IPEN. Mesmo assim, na tentativa de estruturação de um programa nuclear no governo Collor (GT-PRONEN), vários projetos incluíam a participação do IPEN (...) A partir de 1995, com as mudanças institucionais ocorridas na COPESP, que passa a denominar-se CTM-SP (.), ocorre uma mudança no modo de colaboração entre o IPEN e o programa da Marinha, (.). Mais além, em vista do novo posicionamento institucional que prioriza as demandas sociais principalmente radioisótopos para a medicina, a Diretoria de Reatores do IPEN redireciona suas prioridades dentro dessa nova política (...)”

Analizando o texto acima e tendo em mente o que estamos descrevendo, podemos constatar a multiplicidade de “fôlego” da Instituição para sobreviver à onda de globalização que invade o mundo com a sua ideologia implícita. Tendo desenvolvido uma linha de pesquisa desde a sua origem - ciclo do combustível - mesmo nos momentos adversos de falta de verba, fazendo parcerias, driblando a política externa dos países dominantes ainda encontrava um certo apoio na área governamental até os anos noventa. Esse apoio aliado às características de seus pesquisadores tornava possível alimentar o sonho de se tornar um grande instituto de pesquisa.

No entanto, chegou o momento em que ambas as diretrizes, externa e interna convergiram para uma mesma posição. Não foi mais possível continuar a mesma política interna da Instituição. Passemos então a algumas considerações para que possamos elucidar o que estamos afirmando.

Lembremos que existia um grande otimismo por parte dos pesquisadores assim como a preocupação com o desenvolvimento de uma tecnologia própria. Trabalhava-se para que não houvesse uma forte dependência de fatores externos ao país assim como a preocupação com a indústria nacional. Havia também um problema que complicava o relacionamento com o mercado internacional em questões como prazo de importação, divisas nacionais,

⁵⁰¹ Abrão, Alcídio (2001), entrevista.

⁵⁰² Atualmente o nome mudou para Centro de Química e Meio Ambiente

⁵⁰³ Maiorino, José Rubens (2000), Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura, sem paginação.

etc. Já tínhamos falado que desde o início estivemos oficialmente ou não, institucionalmente ou não, vinculados a CNEN.

Na publicação IEA-2, o presidente da CNEN ao prefaciá-la, alerta para as dificuldades que temos de enfrentar para importar radioisótopos e que o reator IEA-R1 removeria parcialmente as dificuldades nesse sentido⁵⁰⁴.

Mas especificamente, no início dos anos cinquenta⁵⁰⁵, vimos que, embora desde a guerra estivéssemos mais próximo dos EUA, ainda havia uma corrente muito forte, denominada, por muitos autores, de nacionalista e que perdura até a segunda metade dos anos 50. Para alguns esse período finda, conforme já discutimos, exatamente, quando começamos a participar do “Programa Átomos para a Paz”.

É discutível, no entanto, como isso se dá. Usando uma imagem matemática diríamos que se trata de uma exponencial onde no eixo das abscissas estamos representando a porcentagem de influência de dita corrente e nas ordenadas o tempo. Ou seja, mesmo no exato momento do acordo ainda não havia cessado a importância do movimento liderado como vimos, no campo nuclear por Álvaro Alberto. O resíduo dessa linha nacionalista ainda se faz sentir nos primeiros anos do IEA e teoricamente perdura *ad infinitum*⁵⁰⁶.

⁵⁰⁴ 'Entre nós, até agora, as necessidades nacionais - sempre crescentes - têm sido imperfeitamente satisfeitas (...). A instalação no Brasil do reator do Instituto (...) permite encarar, de modo mais efetivo, o problema do suprimento de radioisótopos (...).'. Publicação IEA -2 (1958). IEA/CNEN (1958). Radioisótopos artificiais preparados com o reator IEA - R1.

⁵⁰⁵ Somos, Várias vezes, obrigados a retornar a assuntos anteriormente tratados, primeiro porque vários temas estando imbricados uns nos outros acabam sendo recorrentes para diferentes discussões. É assim que voltaremos à questão da mudança de objetivos da Instituição para o uso do reator IEA-R1 quando mais adiante estivermos discutindo as mudanças radicais que ocorreram a partir dos anos 90.

⁵⁰⁶ “Vou fazer um retrospecto histórico para inserir um pouco essa nova visão da Instituição, num processo de evolução e não em um processo de eventos. Acho que a característica principal da Instituição tem sido um processo evolutivo. Quando por volta de 1955, até mesmo antes, um grupo liderado pelo professor Marcello Damy, começou a discutir a possibilidade de se ter uma inserção, formal, oficial do Brasil na área nuclear, eles se basearam numa série de circunstâncias daquele momento e também de evolução de um quadro de ciência e tecnologia que de certa maneira estava presente nos vinte a trinta anos anteriores. Estamos falando de 1950, após a II Guerra, onde ficaram claras as implicações da energia nuclear em áreas que não são aquelas de desenvolvimento científico e tecnológico, ou acadêmicas ou de benefícios civis para a sociedade. Ficou claro, naquele momento que a energia nuclear tinha uma implicação militar fantástica (...). Até essa constatação a energia nuclear se confundia um pouco com a física nuclear. (...). Alguns poucos cientistas e políticos, principalmente nos EUA, na Alemanha estavam envolvidos nisso, mas não havia essa consciência (**uso militar**) de uma maneira geral. (...). Depois da guerra esse grupo de pessoas, não tinha só os cientistas, tinha implicações políticas na área militar, na área do governo em relação a esse assunto. A energia nuclear deixou de ser uma atividade exclusiva da área científica. (...)”. Esse grupo de pesquisadores, professores da Universidade de São Paulo, eles vinham de uma experiência de física nuclear, o primeiro acelerador a ser instalado no Brasil foi resultado de um trabalho desse grupo com a instalação do acelerador Betatron, na física da USP. Esse grupo se posicionou fortemente para criar, no Brasil, em particular no Estado de São Paulo, dentro da USP, a criação de uma instituição que abrigasse um reator de pesquisa. Esse reator estava sendo discutido dentro do Programa Átomos para a PAZ.” Entrevista concedida e gravada, pelo Doutor Claudio Rodrigues, superintendente do IPEN, em 17/12/2003.

Isso fica nítido nas linhas de pesquisa que contrastam com a doação do reator IEA-R1 através do “Programa Átomos para a Paz”. É quase lícito se dizer que o IEA foi criado para o reator e não que o reator foi doado para o IEA.

Afirmamos ainda que se trata de uma instituição *sui-generis* na sua concepção e atuação. Vejamos: consta, segundo depoimento do Doutor Gian Maria A. A. Sordi⁵⁰⁷, atual assessor para assuntos de proteção radiológica no IPEN, que em 6 meses o prédio do reator deveria ser construído, senão perder-se-ia a doação para outro país. Na publicação IEA-1 lê-se:

"O edifício cuja planta e localização haviam sido previamente aprovados pelo Colendo Conselho Deliberativo do Conselho Nacional de pesquisas, foi construído num prazo de cinco meses e vinte dias".

Notamos que houve vontade, intenção e ação para que tudo começasse a funcionar e operar o mais rápido possível. Tanto é que em fevereiro de 1957 o reator ficou crítico. Em 1959 uma série de cooperações estava em curso por conta da operação do reator, como já assinalamos anteriormente. Ainda em 1959, já temos uma série de publicações e apresentações em Congressos Internacionais.

A publicação IEA-1 contém a relação das atividades de pesquisa assim como outra relacionada à colaboração com os centros científicos do país.

Vamos assinalar, aqui, que já era produzido o ^{131}I assim como trabalhos na área de física médica e radiobiologia entre outros. Também assinalamos que já se pensava em proteção radiológica, pessoal e ambiental. Realizava-se cálculo de blindagem, medidas de radioatividade em solo, ar, vegetação. Neste período, o grupo de física nuclear estava muito ativo e vários trabalhos, teóricos e experimentais, estavam sendo realizados: reações nucleares, medidas de seção de choque, medidas dos parâmetros de difusão de nêutrons, construção e caracterização de câmaras de fissão, fabricação de fontes de nêutrons, cálculos da função resolução de espectrômetro de cristal para nêutrons, programas de medidas do alargamento Doppler nas ressonâncias para nêutrons com energia menor que 1eV, desenvolvimentos de sistemas de contagem por coincidência 4 p entre as partículas beta e os fótons gama detectados, medida absoluta da atividade específica de soluções

⁵⁰⁷ Comunicação particular. Outros pesquisadores do IPEN também relatam o mesmo.

radioativas, espalhamento de nêutrons, etc. A equipe de radioquímica trabalhava com análise por ativação e separação radioquímica além da produção de radioisótopos.

Introduzindo alguns trechos dos trabalhos realizados no período, poderemos perceber até que ponto os pesquisadores eram modernos para a época e o que esperaríamos para o futuro da Instituição se tivéssemos analisando, naquele momento, o desenvolvimento do IEA em tão poucos anos.

Em um trabalho experimental⁵⁰⁸ realizado por dois pesquisadores lotados na Divisão de Radioquímica, eles descrevem a construção e operação de um contador proporcional para contagem alfa-beta (fluxo de gás). Realizaram estudos no sentido de aplicar o gás de uso doméstico (LPG) como gás de contagem com a finalidade de prolongar a vida do detetor, dando ênfase especial ao tratamento químico do gás. O contador operou rotineiramente exibindo ótimos patamares para contagem alfa-beta, tendo o eletrodo uma vida bastante prolongada graças ao tratamento químico adequado para o gás.

Uma outra linha de trabalho e pesquisas que tinha começado imediatamente após a criação do Instituto, foi a de produção de radioisótopos. Em 1968, o IEA tinha instalado laboratórios para estudos dos métodos de produção de radioisótopos, instalado células para o processamento químico de material irradiado e laboratório para medidas e embalagens das substâncias radioativas que eram enviadas para aplicações na medicina e na agricultura. Em 1959, foi atendida uma atividade modesta de 10mCi de I-131. Em 1960, a atividade total obtida foi em torno de 100mCi. Neste ano, também se produziu para experiências na agricultura o radioisótopo ^{32}P a partir de sulfato de magnésio irradiado com um fluxo da ordem de 10^{13} nêutrons/cm²seg durante 16 horas. Em 1963, houve interesse dos médicos na utilização de ^{98}Au coloidal para tratamento de tumores intracavitários. Em 1964 iniciaram-se as experiências para a produção de ^{51}Cr pelo processo de Szilard-Chalmer. Em 1968, produzia-se em torno de 120 mCi desse radioisótopo. A partir de 1960 a demanda de ^{131}I aumentou e a Instituição passou a fornecer entre 900 a 1000 mCi desse radioisótopo.

⁵⁰⁸ Nastasi, Maria José C.; Abrão, Alcídio. (1968). Publicação IEA -157. Paper apresentado na XVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência em 1966. Construction and operation of a proportional gas flow counter.

A Divisão de Radioquímica atendia, também, as necessidades internas do IEA. Em 1964, começaram os estudos no sentido de se separar os produtos de fissão quando se irradia óxido de urânio. Pelo método de adição de carregadores e posteriormente por meio de resinas. No final de 1965 foram instaladas células de processamento para o trabalho com produtos de fissão. É interessante nos lembrarmos que no final da década de sessenta, Pieroni convida a Dra. Berta Fhol juntamente com outros três pesquisadores para irem para o exterior realizar um estágio na área de reprocessamento. Com base nessas pesquisas, que tinham começado na primeira metade dos anos sessenta e aquelas posteriores, podemos mais uma vez afirmar que a Instituição tinha um projeto muito bem definido, talvez grandioso demais para as nossas reais condições de país subdesenvolvido e pouco ousado. No entanto, os pesquisadores estavam cômicos do seu papel em um país como o Brasil.

“I do not think an exaggeration to repeat once more the words of Waine Meinke in connection with utilization of research reactors in developing countries (...): “Research and development programs in chemistry as well as chemical service to research and development programs in physics, reactor engineering, agriculture etc, make sense only if they contribute something to the overall scientific effort of the developing country! The amount scientific manpower available in such countries is severely limited and cannot be squandered on projects which are of no consequence to the country or the area”⁵⁰⁹”.

A deficiência na quantidade de pesquisadores, por nós discutida, muitas vezes era compensada pela criatividade e adaptações.

“Apresenta-se um método de obtenção de fósforo radioativo livre de carregador, a partir de enxofre elementar irradiado. O ^{32}P formado na irradiação é extraído com uma solução de ácido clorídrico e octanol, a quente sob agitação. A solução é em seguida percolada por uma resina catiônica a fim de diminuir impurezas eventuais existentes no enxofre. O rendimento da extração é de cerca de 85%⁵¹⁰”.

Até então era usado o método adotado na publicação IEA-37. Vários métodos ou eram laboriosos ou exigiam equipamentos caríssimos. Esse novo método para o fósforo resolvia o problema.

⁵⁰⁹ Lima, Fausto W. de (1967). Isotope production and activation analysis using research reactors. Study Group Meeting on Research Reactor utilization, Bogotá. Publicação IEA 158 (1968). Página 1.

⁵¹⁰ Pagano da Silva, Constância; Retter, Hermann K. (1965). Separação do ^{32}P a partir de enxofre irradiado. Publicação IEA-103.

Em 1968, a divisão irradiava óxido de urânio (100 horas) e esperavam três anos para separar o ^{137}Cs para preparo de fontes desse radioisótopo. A metodologia tinha sido desenvolvida por Fausto W. de Lima⁵¹¹.

Além dos radioisótopos citados, outros eram produzidos em menor escala mediante demanda tais como ^{24}Na , ^{35}S , ^{82}Br , e ^{42}K . Algumas moléculas (hipuran, rosa bengala, soralbumina, ácido oléico, trioleína, lipiodol e macroagregados de soralbumina) eram marcadas com ^{131}I pela Divisão de Radiobiologia nesta época.

Finalmente os isótopos injetáveis eram submetidos a ensaios biológicos com as mesmas exigências estabelecidas pela farmacopéia tradicional.

Nesse período países como a Bolívia e o Paraguai estavam se beneficiando com a produção realizada no IEA.

No final dos anos sessenta⁵¹² o IEA já produzia⁵¹³ em torno de 32.000 mCi de ^{131}I , 2500 mCi de ^{32}P , 3500 mCi de ^{198}Au , 34 mCi de ^{24}Na , 970mCi de ^{51}Cr , 75 mCi de ^{35}S , 45 mCi de ^{82}Br e 160 mCi de ^{42}K .

Em 1965, o então Serviço de eletrônica (ainda não era Divisão) desenvolve um gerador eletrônico de pulsos lentos, destinado ao acionamento de dispositivos eletromecânicos. O projeto, simples e econômico, tinha o fito de suprir as necessidades dos pesquisadores em seus arranjos⁵¹⁴.

Na publicação IEA-1, 2 e 3 lemos (na contra capa): Conselho de Pesquisa: Professor Marcello Damy de Souza Santos – Chefe da Divisão de Física Nuclear; Prof. Eng. Paulo Saraiva de Toledo – Chefe da Divisão de Física de Reatores; Prof. Dr. Fausto W. de Lima – Chefe da Divisão de Radioquímica; Prof. Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni – Chefe da Divisão de Radiobiologia; e ainda como Diretor o Professor Marcello Damy de Souza Santos.

⁵¹¹ Lima, Fausto W. de (1967). Isotope production and activation analysis using research reactors. Study Group Meeting on Research reactor utilization, Bogotá. Publicação IEA 158 (1968). Pagano da Silva, Constância; Retter, Hermann K. (1965). Separação do ^{32}P a partir de enxofre irradiado. Publicação IEA-103.

⁵¹² Pagano da Silva, Constância (1968). Produção de radioisótopos na Divisão de Radioquímica do Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA-159.

⁵¹³ Ver anexo II para a evolução da produção de radioisótopos.

⁵¹⁴ Borges da Silva, Ruy (1965). Pulsador eletrônico para dispositivos eletromecânicos. Publicação IEA-104.

As principais linhas de trabalho desenvolvidas nesse período são praticamente lideradas por esses pesquisadores. Mesmo quando ocupam cargos duplos como é o caso de Damy e posteriormente Pieroni, continuam realizando pesquisas e liderando os seus grupos. Este último, como já citamos, liderou por muitos anos a linha de pesquisa em radiobiologia mesmo quando teve o encargo de chefiar toda a Instituição como seu superintendente e ainda fez parcerias com o Hospital das Clínicas, com a Universidade de São Paulo, etc. Também comentaremos em especial essa última linha de pesquisa, posteriormente.

Vamos, por enquanto, discorrer sobre algumas características dessa estrutura.

Essas primeiras divisões revelam as linhas de pesquisa que são exercidas por muitos anos. Essas são as bases da Instituição⁵¹⁵ de 1958 até 1960 conforme publicações IEA –1 até publicação IEA-42. Continuava não imperando o caráter "imediatista" e retórico. Vejamos o trecho:

“Num esforço meritório o Instituto de Energia Atômica já está procurando atender às necessidades mais prementes, no Brasil, já tendo entregado para o uso de alguns estabelecimentos radioisótopos obtidos com o seu reator”.

No entanto, para se produzir radioisótopos não basta termos um reator operando. Torna-se necessário uma tecnologia, desenvolvimentos de métodos, etc. O texto acima transcrito encontra-se no prefácio do presidente da CNEN na publicação IEA-2. Esta publicação enumera uma lista imensa de radioisótopos *“cujo fornecimento poderá ser feito pelo IEA”*. Perguntamo-nos, daquela lista, quais poderiam realmente ser fornecidos em condições de aplicabilidade, na época, uma vez que não se dispunha, ainda, dos métodos de separação radioquímica como bem assinala a observação⁵¹⁶.

“Em caso particular em que os isótopos não requeiram separação química, o IEA está em condições de fornecê-los com alta atividade específica, como é o caso da produção das agulhas de Cobalto, de semente de ouro e de ouro coloidal para terapia médica”.

⁵¹⁵ Muitas continuaram, mas outras foram sendo incorporadas. Observa-se que não existiam nem a Divisão de Engenharia Química e nem a de Metalurgia Nuclear, muito embora ao menos as pesquisas na área de engenharia química iam se desenvolvendo na divisão de Radioquímica. Ou seja, já havia a intenção de se pesquisar na área do ciclo do combustível em vez de se ficar somente com as pesquisas de física nuclear, física médica e a operação do reator de pesquisa para fins primordialmente de produção de radioisótopos.

⁵¹⁶ IEA/CNEN (1958). Radioisótopos artificiais preparados com o reator IEA R1.

Acreditamos que a lista (setenta radioisótopos) apresentada era teórica e que a metodologia seria desenvolvida conforme as pesquisas e a demanda fossem avançando. No caso específico do ^{131}I sabemos que esse já era produzido conforme consta na publicação IEA-1. Sendo assim, um dos objetivos estava começando a se cumprir e assinalamos que esse vem se desenvolvendo até os dias de hoje.

Comentaremos, ao longo do trabalho todo de pesquisa, a produção de radioisótopos na Instituição. Ressaltamos que, hoje em dia, esta produção é uma das mais fortes linhas da Instituição, e que, rende um retorno⁵¹⁷ do capital empregado pela União e acaba gerando empregos também fora da Instituição como, por exemplo, o pessoal envolvido em transporte de material radioativo, pessoal de nível técnico nas clínicas e hospitais, etc. Embora, essa seja extremamente importante e tenha começado com a Instituição, sabemos que, a prioridade que lhe é dada agora, está inserida na política de priorizar a prestação de serviços. Não fossem as características especiais da Instituição e de seus pesquisadores alimentadas por forças internas, talvez essa linha tivesse, desde o início, imperado sozinha⁵¹⁸.

Continuando as nossas reflexões, analisemos o desenrolar ao longo do tempo de um outro grupo que praticamente iniciou as atividades com o nascimento do IEA.

Muito ativo era o pequeno grupo de suporte na área de eletrônica subordinado, inicialmente, à Divisão de Física Nuclear. Ressaltamos a figura do Engenheiro Raul Brenner que liderava o grupo de apoio em eletrônica como já comentamos em outra passagem do trabalho⁵¹⁹. Ele já publica trabalhos pela Instituição em 1958. Esse grupo virá, mais tarde, a se converter em uma Divisão de alto nível. Muitos dos pesquisadores da Instituição usufruíram benefícios dos trabalhos e suporte oriundos dessa atividade.

Nos últimos tempos a orientação é mudada e seus engenheiros e técnicos foram espalhados pelas outras divisões ou foram embora da Instituição.

⁵¹⁷ Ver anexo II.

⁵¹⁸ Lembremos da nossa hipótese de que o reator não foi doado para que se fizessem pesquisas na área do ciclo do combustível.

⁵¹⁹ Alcídio Abrão ressalta a excelente competência do engenheiro assim como o auxílio que ele prestou para a pesquisa no IEA. Abrão, Alcídio (2001), entrevista.

No momento, comentamos que, no antigo IEA, o setor de eletrônica não exercia somente a função de apoio para as diferentes unidades. Nos anos sessenta a oitenta foi muito importante a atuação desse grupo, construindo muitos dos equipamentos ou infra-estruturas necessários para o desenvolvimento das pesquisas.

O Engenheiro Willy Hoppe de Souza entrou no IPEN em 1981 quando cursava o último ano de técnico em eletrônica. Iniciou as suas atividades como bolsista especializado em energia nuclear. Havia, na época um curso de altíssimo nível voltado para a formação de técnicos de nível médio especializados, no nosso caso, em eletrônica nuclear com duração de um ano. Para aqueles que passassem no curso haveria perspectiva de contratação. No mercado, os profissionais que tivessem feito esse curso eram disputados.

.”Em 1982, com a conclusão do curso, consegui ser contratado como técnico de nível médio. O ano de 1982 foi muito difícil na história da eletrônica e que mudaria radicalmente sua trajetória na Instituição. Até novembro de 1982 o IPEN fazia parte do Estado de São Paulo, mas, com a perspectiva de mudanças no partido que estava governando o Estado – a oposição tinha ganhado as eleições⁵²⁰ - o IPEN foi transferido para a CNEN. Pouco antes desta mudança, o então chefe da eletrônica, o Engenheiro Heinz Hoppe de Souza foi alocado para um programa de treinamento na Alemanha com dois anos de duração. Durante este período, era o engenheiro carinhosamente tratado por Mr. Sun que ficou respondendo pela chefia da eletrônica. Com as mudanças ocorridas em 1982 a eletrônica foi dividida (...). Com a definição de novas prioridades na área nuclear brasileira, e mais específica com o chamado Programa Nuclear Paralelo houve uma fatídica reunião com o Comandante Othon da Marinha Brasileira. Nesta reunião todos os integrantes da eletrônica foram separados fisicamente na sala: de um lado o pessoal de nível superior e do outro o pessoal de nível médio. Objetivou-se saber qual era a formação, de que faculdade, numa abordagem que claramente não se coaduna com um ambiente civil⁵²¹”

Nesta reunião foram definidos aqueles que iriam integrar uma nova área de eletrônica no IPEN, ligada à diretoria R⁵²² –posteriormente chamou-se RTI. No entanto, os técnicos e os pesquisadores só tomaram conhecimento de quem ficaria e quem sairia, posteriormente. Foram transferidos, 5 técnicos em eletrônica e 5 engenheiros eletrônicos. Alguns técnicos e engenheiros que participaram daquela reunião foram deslocados para a manutenção do Reator IEA R1 e outros para o RTI. Este, também, foi também o último ano daquele prestigiado curso em eletrônica. Com estas mudanças não somente perdemos competências

⁵²⁰ Franco Montoro ganhou as eleições para Governador do Estado de São Paulo.

⁵²¹ Entrevista com o Engenheiro Willy H. de Souza que assumiu por um período a chefia da eletrônica do IPEN.

⁵²² Diretoria de Reatores.

técnicas importantes, mas, também a eletrônica perdeu o ‘status’ de uma área integrante formalmente ao organograma do IPEN.

“Passamos a ser considerados como um setor da Divisão de Mecânica (...) Também nossas atribuições de desenvolvimento de projetos tinham sido esvaziadas. (...) Somente nos cabia a manutenção de equipamentos. (...) a eletrônica sempre foi historicamente respeitada dentro do IPEN. Oficialmente caberia ao RTI desenvolver os projetos de equipamentos eletrônicos tão necessários à comunidade científica. Mas, na prática, havia outras prioridades e as demandas da comunidade acabavam não sendo atendidas. Estrategicamente, no âmbito da CNEN, o IEN⁵²³ passou a ser o instituto com a missão de liderar a fabricação de equipamentos eletrônicos. Por isso competíamos com eles na obtenção de recursos. (...). Havia o problema da distância física. Muitos projetos são personalizados, isto é têm que ser desenvolvidos e testados praticamente no local de trabalho⁵²⁴”.

Em 1990, assumiu o governo Collor. Mudou a direção da CNEN. Mudou a Superintendência do IPEN. Mudaram as Diretorias. Uma nova dinâmica passou a ser impressa. Finalmente, a eletrônica voltou a fazer parte do organograma do IPEN. Em 1994, novas mudanças administrativas na esfera governamental. O ciclo de mudanças se sucede e a administração anterior do IPEN retorna à direção da casa.

“Após a minha saída, assumiu a eletrônica o meu substituto regular, o Engenheiro Vitor Vivolo. Poucos anos depois, aposentadorias, redução de cargos de confiança, e outras mudanças alheias à vontade dele, levaram ao encerramento das atividades da Divisão de Eletrônica. Os quadros foram espalhados pelas diversas áreas técnicas do IPEN, ficando somente três técnicos ligados à área de elétrica do IPEN com as responsabilidades de sistemas eletrônicos específicos⁵²⁵”.

No depoimento do Engenheiro Willy encontram-se as idas e vindas da política nuclear para o Brasil assim como uma orientação de terceirizar uma série de área nos institutos governamentais.

Os acontecimentos ocorridos e relatados por este pesquisador nos anos oitenta (1980) refletem a importância que se dava para as pesquisas centradas na área do ciclo do combustível. A importância que se deu, novamente, ao grupo de eletrônica, na década de noventa, reflete o descaso com a área nuclear. Parece paradoxal, a importância de uma área

⁵²³ Instituto de Engenharia Nuclear, um dos institutos da CNEN, localizado no Estado do Rio de Janeiro. “Para a parte nuclear muita coisa (para o reator MB-01), veio do IEN, muita instrumentação veio do IEN”. Depoimento do pesquisador Roberto Frajndlich em 18/11/2002.

⁵²⁴ Depoimento por e-mail do Engenheiro Willy Hoppe de Souza no dia 12/09/2003.

⁵²⁵ Depoimento por e-mail do Engenheiro Willy Hoppe de Souza no dia 12/09/2003.

de pesquisa dismantela toda uma tradição em eletrônica. Posteriormente, aquela área perde o prestígio. Como levar adiante uma pesquisa com seriedade com essa inconstância de orientação. É muito claro o que aconteceu e, mais claro ainda, é a inserção do Brasil na nova orientação mundial, que ficou conhecida como neoliberalismo, na segunda metade dos anos noventa.

Vamos comparar com o início do IEA: Alcídio Abrão⁵²⁶ afirma que, para análise dos radionuclídeos encontrados na água da piscina do reator IEA-R1, foi construído um analisador monocanal no Instituto com a liderança do Engenheiro Brenner, aqui citado⁵²⁷. Muitos controladores de temperatura e fontes de alta tensão foram projetados e construídos na Instituição, pela Divisão de Eletrônica. Assim como foram realizados excelentes trabalhos de eletrônica, na tentativa de suprir a ausência da indústria, tanto de eletrônica mais especializada, como aquela ligada à área nuclear. Criamos uma tradição de excelentes engenheiros eletrônicos e técnicos especializados que tende a se perder.

Também criamos uma tradição de excelentes engenheiros mecânicos e técnicos especializados que projetavam e construíam os nossos arranjos, faziam peças, torneavam outras, etc. Algumas células para a produção de radioisótopos foram feitas na Instituição. Ainda Alcídio Abrão⁵²⁸ nos conta que as “glove box” para os trabalhos de reprocessamento foram praticamente construídas na Instituição. Assim, também podemos citar, por exemplo, a publicação IEA-51⁵²⁹ onde encontramos a observação:

⁵²⁶ Abrão, Alcídio (2001), entrevista.

⁵²⁷ Na publicação IEA –53 (1963), intitulada “Determinação de urânio, tório, nióbio e tântalo em alguns minérios de uraníferos de Araxá” encontramos a referência, no item equipamentos utilizados à um “analisador de impulsos de um canal (IEA) que foi usado com um amplificador linear da “Technical Measurements Corp.” modelo 41-41 A, um “scaler 181-A da ‘Nuclear Chicago Corp’ e um cristal de cintilação de iodeto de sódio ativado com tálio, modelo Xt-100, da “Nuclear Chicago Corp. Na publicação IEA-50, Brenner, Raul (1962) também é uma outra contribuição intitulada “seletor de retardo de 20 canais e analisador de tempo de retardo de um canal”. Outro trabalho que selecionamos é a publicação IEA-52 de autoria de Hehl, W. S.; Franzen, H. R. e Toledo, P. S. (1962) onde os autores agradecem ao Eng. Brenner e Mr. Cardoso, Helio (1962) pela construção e testes da eletrônica associada. A publicação IEA-67 “A precision Current Integrator” é de autoria de Brenner, Raul (1964). Nesta publicação selecionamos o trecho que representa o que estamos afirmando: “desenvolvemos um integrador digital de corrente de precisão transistorizado, capaz de medir correntes desde 10^{-7} a 2.10^{-5} A dentro de mais ou menos 0,2%. Apresentamos também projetado com semicondutores e com diagramas eletrônicos completos, um medidor da corrente”. O autor agradece ao IEA a permissão de trabalhar em colaboração com o laboratório do Acelerador Eletrostático da USP assim como ao professor Oscar Sala e Rossi Douglas. Agradece também a Ari B. Rodrigues pela construção e checagem da aparelhagem. Ainda a colaboração para a Divisão de Física Nuclear com o trabalho “Neutron velocity selector of the IEA mechanical design and eletronic control”, Publicação IEA-76; Zimmerman, R. L. and Brenner, R. (1964).

⁵²⁸ Abrão, Alcídio (2001), entrevista.

⁵²⁹ Zimmerman, Robert; Martins, Olivier; Mattos, Marieta de Camargo; Mattos, Manuel de Abreu de Camargo (1962). Seções de choque para nêutrons do praseodímio, itérbio e lutécio.

“A parte mecânica que sustenta o espectrômetro de cristal foi construída nas oficinas do IEA, consiste em uma coluna de aço que suporta a mesa do cristal e o braço móvel do detector. O braço móvel do detector pode mover – se de um arco de noventa graus no plano horizontal partindo da direção do feixe direto⁵³⁰ (...)”.

Podemos apreciar por este texto a tecnologia envolvida para que, na época, uma oficina de um Instituto de Pesquisa tivesse competência de executar.

Nos últimos anos e mais fortemente no segundo governo de Fernando Henrique Cardoso na Presidência da República começou-se a "terceirizar" vários serviços na Instituição. Nessa nova orientação esteja contemplada a nova visão de mundo, inserido na globalização onde "terceirizar" significa, para alguns, otimizar a capacidade técnica da instituição e gerenciar mais eficazmente os seus problemas⁵³¹.

Não estamos conseguindo acompanhar as novas tecnologias por questões estruturais do nosso país, visão essa que emprestamos de Arrighi (1990)⁵³². Extrapolamos para o Brasil:

⁵³⁰ Em se tratando de um equipamento construído nas oficinas da Instituição, nos anos sessenta foi uma vitória.

⁵³¹ A Associação dos Servidores do IPEN (ASSIPEN) gestão 2000 publica no seu comunicado 10/01 – 15/08/2001 o questionamento de algumas atitudes de setores ligados à direção do IPEN quanto ao que eles chamam de “Destruição no (do) IPEN”. Esses questionamentos vão mais ou menos de encontro com as nossas preocupações a despeito do tom, logicamente, “panfletário” por ser um comunicado que foi uma convocatória para uma assembléia para se discutir uma greve por lutas salariais. No entanto, o comunicado fala de irregularidades no “IEO” (setor das oficinas). Alerta para a transferência de servidores para outros setores, vidraria como *becker*, tubos de ensaio e vidros para reparos assim como prateleiras inteiramente quebradas no setor de vidraria. Estes materiais encontravam-se em latas e caixas de papelão, mas também jogados no chão. O comunicado termina perguntando entre outras se existe um interesse em terceirizar todos os serviços do IEO? Este comunicado nos chama a atenção para a mudança da importância e função do nosso tão rico setor de apoio. Começamos terceirizando a limpeza, restaurante, e continuamos com os setores que no passado publicavam artigos de qualidade e davam o suporte para realizarmos as nossas experiências. Outra questão em pauta é a porcentagem de servidores na área de gestão e de pesquisa. Dos 1081 pessoas que trabalham no IPEN, 417 estão na área de pesquisa e 314 em gestão sendo que ainda 66 em manutenção (embora, quase todos, os serviços de manutenção sejam terceirizados atualmente na Instituição) e 284 são técnicos de nível médio que auxiliam na pesquisa. Comparando aqueles que trabalham em gestão e o número total de trabalhadores (29,0%) sentimos o peso que tem a área de gestão para a Instituição. Dados de 2000.

⁵³² Arrighi, Giovanni (1997). A ilusão do desenvolvimento. O autor analisa as relações existentes entre o que ele denomina centro-periferia. Em outro trabalho – O longo século XX, Arrighi (1996) aceita e assume a concepção de Braudel (1982) de uma economia estruturada em três andares (produção material, mercado, e altas finanças). Arrighi analisa as comunicações entre os diversos mercados – as relações centro-periferia, entre os donos dos fatores de produção, as relações capital-trabalho sobre uma ótica não marxista. Arrighi faz a sua análise das formas de acumulação de capital da ótica das jurisdições políticas concorrentes e coloca em pé de igualdade a disputa entre Estados e capitais. No entanto, temos uma divergência com esse autor: somos a favor da soberania dos Estados e acreditamos que esta é uma realidade. Exemplificando, quando ocorrem sublocações da unidade matriz, o poder de decisão continua no país de origem, assim como o lucro é enviado para este país. A fragmentação da empresa ocorre, uma vez que o capital se movimenta. Isso influi na economia nacional dos países envolvidos e cria proteções na relação empresa-Estado. No entanto, mesmo as empresas operando fora do seu país de origem têm uma base nacional bem definida. Vejamos um trecho do artigo de Batista Jr. (1997): “De uma forma geral, as corporações continuam sendo empresas nacionais. Em 1991, apenas 2% dos membros dos conselhos de administração de grandes empresas americanas eram estrangeiros. E como diz a revista inglesa ‘The Economist’, diretores estrangeiros nas companhias japonesas são tão raros quanto lutadores britânicos de sumô. O comportamento das grandes empresas é caracterizado por uma certa ambivalência. Por um lado, querem propagandear o seu caráter supostamente “transnacional” e querem fazer crer que não têm identificação especial ou preferencial com o país onde se localiza a sua matriz. Por outro lado, nas horas decisivas, costumam pedir o apoio e a intervenção dos seus países de origem na disputa por mercados e concorrências no mundo inteiro. Quem tiver dúvida

fizemos diversas tentativas, em diferentes períodos, de alcançar um desenvolvimento tecnológico com uma política social e industrial, visando a sua modernização. O Brasil optou por um modelo de desenvolvimento com a preservação de desigualdades de classe e atividades secundárias no processo de acumulação de capital.

Quando atentamos para o nosso passado recente contatamos um certo esforço e ensaios de alguns governos juntamente com uma boa parcela da população na direção de modernização⁵³³ do país e o baixo retorno. Muitas vezes existiram avanços por períodos curtos – nunca uma década – como estamos vendo, para um recuo logo a seguir⁵³⁴. Na Instituição somos um reflexo com particularidades próprias da direção dessa e de seus pesquisadores.

O que sustentava a Instituição e o ânimo de seus pesquisadores? Estamos tentando mostrar que entre outras, a juventude da nossa comunidade científica, juventude não somente física, mas metafórica. Um sopro da importância da ciência para o desenvolvimento que vinha do primeiro mundo.

É assim que, no início, conseguíamos em alguns setores suprir a necessidade de alguns equipamentos, arranjos para as experiências, embora com limitação.

Queremos acrescentar que as razões apontadas acima para o fôlego da Instituição, não explicam, sozinhas, a tentativa de prosseguir com o desenvolvimento de tecnologias (mesmo nas condições adversas à época da assinatura do acordo com a Alemanha), pois afinal estávamos recebendo verbas (mesmo que parcas em relação aos países do primeiro mundo) específicas e dirigidas para os projetos na área do ciclo do combustível.

sobre esse ponto, que lembre, por exemplo, o empenho que teve o governo dos EUA, durante tanto tempo, para que a empresa americana, Raytheon, ganhasse o comando do Sistema de vigilância da Amazônia (.).”. In Batista Jr., Paulo Nogueira (1997). Globalização e administração tributária. Instituições como a Organização Mundial do Comércio (OMC), Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial, etc, exercem pressões no sentido de submeter os Estados ao capital. Mas mesmo assim a simbiose entre o Estado e o Capital existe. Acreditamos que o Estado se impõe, sobretudo para os países, denominados por Arrighi (1997) como pertencentes ao núcleo orgânico e que são, normalmente, os detentores desse capital que está por trás dessas pressões.

⁵³³ Na maioria das vezes dependente, mas nem sempre.

⁵³⁴ No Brasil, algumas vezes conseguimos ir um pouco mais longe nessas incursões para o desenvolvimento de uma tecnologia mais sofisticada. Faltou uma indústria nacional para suprir as necessidades de projetos mais sofisticados, para repassar o desenvolvido. Ocorreram pressões políticas tanto por parte do governo local como internacional. Não houve continuidade nas pesquisas. Adotávamos os modelos vindo de fora que não estavam condizentes com as nossas necessidades e possibilidades.

A questão nuclear continuava na agenda do país, mas éramos limitados por questões internacionais⁵³⁵. Em 1958 o governo JK se preocupa com a instalação de usinas nucleares para a geração de energia. Sendo assim, foi criada a Superintendência do Projeto Mambucaba⁵³⁶ que pretendia coordenar e executar medidas econômicas e administrativas para a instalação de uma central termoelétrica, na bacia do rio Mambucaba, no Estado do Rio de Janeiro⁵³⁷.

Os acontecimentos iam se desenrolando e não havia uma perspectiva de que pudéssemos entrar no "clube nuclear" embora continuássemos tentando⁵³⁸.

No período compreendido entre 31/01/61-25/08/61, no governo Jânio Quadros, não foram realizados grandes avanços no campo de política nuclear e implementação de leis reguladoras das atividades relacionadas com energia atômica.

No seu relatório, Cabral⁵³⁹ insiste que o governo continuava a abordar o tema nuclear (lembrar que o reator IEA R-1 foi inaugurado quando Jânio era Governador do Estado de São Paulo e que nessa época enalteceu o evento como uma "data memorável"). Ainda na mesma referência é assinalado que o governo pretendia começar a "nuclearização" do país pelo Nordeste, mas que "seus objetivos eram inexeqüíveis".

Na realidade, não eram tão inexeqüíveis, pois entre aqueles objetivos constava o incentivo de produção de radioisótopos que estava bem de acordo com o "Projeto Átomos para a Paz" que deu origem ao IEA. Além do mais, no decorrer dos anos sessenta já eram feitas algumas produções de radioisótopos no IEA.

Ao contrário, não se propunham quimeras, pois, hoje, a Instituição abastece o mercado interno e alguns pontos da América do Sul com os radioisótopos que produz.

⁵³⁵ O presidente JK chega a declarar isso em uma das suas mensagens ao Congresso Nacional onde aponta que as dificuldades para a instalação de uma central nuclear dependem de acordos internacionais. Cabral (1983), p. 39.

⁵³⁶ O projeto Mambucaba foi aprovado pelo decreto 45.574 em 31/12/1959. Cabral (1983), p. 39. Esse projeto atendia a exposição de motivos da CNEN – uma das finalidades dessa instituição era apresentar exatamente estudos na área nuclear com proposições que seriam levadas à Presidência da República.

⁵³⁷ Cabral (1983). A questão nuclear. página 38-39.

⁵³⁸ Em 1960 termina a missão de geólogos dos EUA que não identificou, estranhamente, nenhum grande depósito de urânio no país. Em 1960 ainda é criado, pela lei número 3.782, o Ministério das Minas e Energia (regulamentada pelo decreto 50.390 em 1961). A Comissão Nacional de Energia Nuclear fica diretamente subordinada a este Ministério. Ou seja, no âmbito da legislação ia-se caminhando com erro ou acerto, mas existia um "movimento" Pró-Nuclear.

⁵³⁹ Cabral (1983), A questão nuclear. página 41.

Também constava a ênfase ao estudo do desenvolvimento de reatores de tório, que já estava sendo feito em Minas Gerais. Sendo que no IEA também havia uma linha de pesquisa na direção de produção de combustíveis para reatores alimentados com tório⁵⁴⁰.

Prosseguiram os objetivos propostos na fala de Jânio Quadros frisando a importância da produção de urânio atômica e puro, que já estava sendo feito no IEA. Também deixava em aberto a opção que tomaríamos quanto ao tipo de reator - urânio enriquecido ou natural.

Nos anos sessenta, foram feitas incursões no desenvolvimento de tecnologia de reatores, muito embora a Instituição estivesse muito mais preocupada com a tecnologia de purificação de urânio e produção de elementos combustíveis⁵⁴¹.

Nesse período percebe-se que o IEA estava totalmente envolvido no ciclo do combustível. Várias divisões estavam empenhadas em realizar trabalhos que envolviam pesquisas, experiências, desenvolvimento naquela área. - Divisão de Metalurgia⁵⁴², Radioquímica⁵⁴³ e Engenharia Química. Outras instituições também foram envolvidas inclusive a CNEN⁵⁴⁴.

Algumas pesquisas são proposições individuais do pesquisador ou mesmo uma área em que o pesquisador se interessou por diversas condições. No caso do ciclo do combustível havia uma nítida intenção da Instituição de desenvolver essa tecnologia.

⁵⁴⁰ Citaremos aqui alguns trabalhos da Instituição que atestam a preocupação com o tório: Bidwell, Richard M. (1963), pub. IEA - 65, Considerações metalúrgicas sobre um reator de conversão com liga líquida de tório; Freitas, Clauer Trench; Haydt, Helliton Motta; Santos, Tharcísio D. de Souza. (1964). Pub. IEA - 79. Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berílio, de tório e de soluções sólidas tório-urânio; Santos, Tharcísio D. de Souza; Haydt, Helliton Motta; Freitas, Clauer Trench (1965). Pub. IEA-89. Produção experimental de urânio e tório metálicos no IEA. Krumholz, P.; Brill, K. J. (1965); pub. IEA - 115. Produção de óxido de tório nuclearmente puro. Santos, Tharcísio D. de Souza. et al (1966), pub. IEA - 132. Estudo experimental da produção de pastilhas de ThO₂ e de ThO₂ - UO₂.

⁵⁴¹ Esses dois campos de pesquisa são tão ricos na instituição assim como o de produção de radioisótopos que prosseguiremos analisando-os até o fim do trabalho, pois eles estão presentes quase que durante toda a vida da Instituição de uma maneira muito acentuada.

⁵⁴² Ainda queremos acrescentar que não foi por acaso que a Instituição se preocupou em trazer Tharcísio Damy de Souza Santos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para dar suporte às pesquisas na área de produção de elementos combustíveis com a tradição de metalurgia desse Instituto. Também devemos nos lembrar que o Brasil também já tinha uma indústria metalúrgica.

⁵⁴³ Em agosto de 1965 Alcídio Abrão ainda se encontra na Divisão de Radioquímica e publicando trabalhos entre outros, nessa área (ver pub. IEA - 105, Thermogravimetric Behavior of some uranium compounds - application to O:U ratio determination).

⁵⁴⁴ "A matéria prima utilizada em todos os estudos adiante descritos é o diuranato de amônio, produzido no Instituto de Energia Atômica em instalação piloto, a partir de uranato de sódio decorrente do aproveitamento do urânio contido em monazita pela "Orquima S. A." para a Comissão Nacional de Energia Nuclear." Santos, Tharcísio D. de Souza et al. Pub. IEA - 82. Estudo experimental das principais variáveis para a produção de pastilhas de UO₂ para o reator Re-suco, p. 773.

As dificuldades⁵⁴⁵ eram enormes, mas os trabalhos duraram mais de três décadas. Os trabalhos e as preocupações de cunho tecnológico e econômico⁵⁴⁶ denotam uma orientação maior – um grande projeto⁵⁴⁷.

Antes de prosseguirmos a nossa análise sobre a possibilidade de cumprirmos metas mais ousadas, ou seja, o que foi feito e o que ficou para ser feito, voltemos às medidas do Governo Brasileiro na área nuclear.

Pode-se destacar o decreto 50.390 (03/61), sobre a regulamentação do funcionamento do Ministério das Minas e Energias e o decreto 50.753, autorizando a Comissão Nacional de Energia Nuclear a ampliar o intercâmbio técnico-científico visando a formar um corpo técnico-científico capaz de lidar com a instalação de reatores de potência. Deve-se ainda destacar a vinda de uma missão de geólogos franceses, dentro do convênio entre a CNEN e o CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) da França, a fim de auxiliar na exploração de minerais⁵⁴⁸:

Após a renúncia de Jânio Quadros e até o fim do governo de João Goulart (31/03/64) ocorreu um aumento considerável da inflação passando de 26,3% (1960) para 54,8% (1962). Neste período, tentou-se a redução dos gastos públicos visando a manter a capacidade de importação do país a fim de incentivar a industrialização⁵⁴⁹. Nesse contexto pouca atenção foi dada para o setor nuclear⁵⁵⁰.

⁵⁴⁵ “A caracterização das misturas do ponto de vista de seu comportamento quanto à sua compactabilidade constitui difícil problema, uma vez que não se dispõe ainda no país de meios para a determinação experimental da superfície específica dos pós de UO_2 , índice que, juntamente com o desvio da estequiometria, parecem constituir os melhores índices para julgar o comportamento de UO_2 para fins cerâmicos, principalmente para pastilhas de elevada densidade”. Santos, Tharcísio D. de Souza et all. Pub. IEA - 82. Estudo experimental das principais variáveis para a produção de pastilhas de UO_2 para o reator Re-Suco, p. 774.

⁵⁴⁶ “Finalmente, as condições de sinterização (...) pela sua importância, foram investigadas através de muitas dezenas de operações, nas quais se procuraram isolar a influência de cada uma das variáveis anteriores do processo. Constituinto provavelmente a etapa mais onerosa do processo de fabricação de pastilhas, procurou-se orientar os estudos experimentais da sinterização no sentido de se simplificar ao máximo essa operação, para que não viesse constituir um gargalo nas operações ulteriores de produção das pastilhas para o reator “Re-Suco”, seja em capacidade de produção, seja em custo de fabricação.” Santos, Tharcísio D. de Souza et all. Pub. IEA - 82. Estudo experimental das principais variáveis para a produção de pastilhas de UO_2 para o reator Re-suco, p. 776.

⁵⁴⁷ Foi perguntado a Rex Nazaré Alves (presidente da CNEN na segunda metade da década de setenta até o início do governo Collor) “O que se buscava nessa época (anos sessenta) na pesquisa nuclear brasileira?”. Temos a resposta que denota que havia uma intenção, uma orientação política de se desenvolver o ciclo que perpassava as pressões americanas, muito embora, no início, estivéssemos mais próximos da orientação daquele país: “Várias coisas importantes. Na criação da CNEN por Octacílio Cunha além da base legal, o alavancador da pesquisa era à busca da tecnologia de um reator do tipo Argonauta, que foi construído posteriormente no IEN, e o início da prospecção de urânio, em Poços de Caldas e em Jacobina. Uma linha que eu diria bem mais próxima à americana que a da fase seguinte, de Marcello Damy, quando se buscava um reator do tipo gás-grafite, da linha francesa e iniciava-se a pesquisa no ciclo do combustível.” Rex Nazaré Alves (1998), o pai da Mônica, Revista “Brasil Nuclear” 5, 17, abril-set (1998) p.5.

⁵⁴⁸ Cabral (1983), A questão nuclear. página 41-42.

⁵⁴⁹ Fausto, Boris (1999). História do Brasil, p.455-456.

⁵⁵⁰ Cabe destacar a lei 4.118 (27/08/62) e o decreto 51.716 (19/02/63) onde a CNEN transformou-se em autarquia administrativa e financeira diretamente subordinada à Presidência da República. Ainda devemos registrar que a Comissão

Ainda no governo de João Goulart, foi mais uma vez, tomada uma decisão de construir uma central nuclear no país usando urânio natural só que, como das outras vezes, esta também não foi efetivada⁵⁵¹.

O curto período de tempo do governo João Goulart foi marcado por uma crise política contínua (mobilizações de estudantes, camponeses, operários) visando ganhos sociais.

Neste contexto, e ainda mais marcado pelo medo da implantação de um regime comunista, as forças armadas brasileiras apoiadas por forças internas e externas ao Brasil, conservadoras, se articularam promovendo a deposição do Presidente.

O movimento golpista aconteceu a 31 de março de 1964 com a desculpa de livrar o país da corrupção e do comunismo. Foram tempos conturbados para a sociedade científica. O novo regime através de uma série de atos institucionais limitou ainda mais o debate no país, mesmo que estes tivessem somente caráter técnico. Este clima autoritário iria se refletir na adoção da política de energia adotada nos governos vindouros⁵⁵².

No entanto, o que vinha acontecendo no IEA nesse curto intervalo de tempo entre o fim do Governo de Juscelino e o início dos governos militares?

Nacional de Energia Nuclear (CNEN), passou a ser vinculada diretamente à Presidência da República. Outro ponto importante dessa gestão foi o estabelecimento do monopólio da União sobre os minerais nucleares assim como a orientação da política nuclear. Entendemos, portanto, porque o Instituto mesmo quando não estava diretamente subordinado a CNEN sempre esteve ligado a essa Comissão como já tínhamos falado. Muitas vezes é possível perceber a “mão” da CNEN na Instituição até em apoios as suas publicações. Muito mais nas orientações dadas aos rumos dos projetos. Fica reduzido o papel do CNPq uma vez que a CNEN passa a ser o órgão governamental que formalmente deverá estudar e propor medidas no âmbito nuclear. No entanto, não morre o ideal de Álvaro Alberto.

⁵⁵¹ “Em 31 de dezembro, o governo anunciava a decisão de construir a primeira central nuclear. Como combustível seria usado o urânio natural, prevendo-se a geração de plutônio necessário para o início de uma grande linha de reatores no ciclo Tório-Plutônio e Tório-urânio. Na ocasião o presidente enfatizou a competência da Comissão Nacional de Energia Nuclear no desenvolvimento de tecnologias básicas destinadas a capacitar a indústria nacional para projetar e construir usinas nucleares. Este era o objetivo central”. Cabral (1983), A questão nuclear. Página 44.

⁵⁵² “(...) no período que se estendeu de meados da administração JK ao Governo Goulard, registraram-se tentativas de transferência de tecnologia (...), porém, em moldes limitados. As formas como foram feitas a instalação do Argonauta e a implantação dos reatores dos “Átomos para a Paz” fornecem evidências de que se tentou abrir a “caixa preta”, com vistas à realização de uma reverse engineering. Com isso, pensou-se tornar mais denso o substrato técnico e mental. Esforço esse abortado com a instauração do Regime Militar”. Marques, Paulo (1992), p.112. A despeito de não termos em hipótese alguma qualquer simpatia por esse período tão negro da nossa história e de concordarmos com a colocação de Marques queremos apontar para um detalhe que esse autor não focalizou que foi exatamente o apoio que a pesquisa na área do ciclo – exceção à tecnologia de construção de reatores –, continuou tendo no IEA, no período militar, mesmo antes do acordo IEA com a Marinha. E alertar que foi, paradoxalmente, depois dos governos militares que começaram as dificuldades até praticamente o desmantelamento das pesquisas na área. Provavelmente, o nacionalismo extremado desses militares fazia que eles desejassem grandes projetos, mas importando tecnologia. É o já decantado “Brasil Grande”. Talvez, também sonhavam em se tornarem autônomos na área nuclear tanto para aplicações pacíficas como possivelmente militares.

Embora, o IEA no início dos anos sessenta não tivesse ainda envolvido em todas as áreas do ciclo, como, por exemplo, o reprocessamento que só começou mais tarde, tinha consciência - provavelmente fruto de trabalhos anteriores, nos anos cinquenta com o Almirante Álvaro Alberto - de que devíamos percorrer um caminho próprio sem ter que reinventar a roda.

Quando a década de sessenta vai chegando ao fim parecia haver, ainda, as duas orientações diferentes atuantes no cenário nacional quanto à política nuclear⁵⁵³, só que agora paradoxalmente ambas tinham a mesma origem; os militares. Uma parecia que não queria enxergar a outra. Tanto é verdade, que na maioria das publicações sobre energia nuclear no Brasil praticamente não se fala do IEA/IPEN a menos das publicações do próprio IEA/IPEN ou de instituições como a CNEN à qual sempre estivemos muito ligados.

No entanto, os trabalhos no IEA estão sendo realizados e, como já falamos, perduraram por três décadas inclusive com a implantação de usinas em escalas semi-industriais. Os pesquisadores da Instituição estavam imersos em um mar de idéias constatado pelas suas pesquisas publicadas e, pelas referências bibliográficas em seus trabalhos que, no mínimo, significavam que estavam estudando. Poucos no país se davam conta do que estava ocorrendo e nem conseguiam ver a importância, como um todo, das pesquisas realizadas na Instituição. Logicamente, isso não ocorreu com aqueles que ocupavam cargos de direção na própria Instituição ou na estrutura governamental.

As alterações que os avanços da ciência e da tecnologia tinham trazido para o mundo no século XX fascinavam aqueles jovens iniciantes assim como, a segunda e terceira gerações posteriores a esses. Alguns depoimentos nos fazem pensar:

"Foi o entusiasmo que proporcionou a Constância a oportunidade de participar de várias atividades pioneiras no país. Seu entusiasmo no curso de química chamou a atenção de um dos seus professores que a convidou, logo que se formou em 1953, para trabalhar no laboratório de Radioisótopos (hoje centro de Medicina Nuclear) da Faculdade de Medicina, que iniciava um trabalho com experimentos com fósforo

⁵⁵³ "Ela (CNEN) havia sido transferida da Presidência da República para o Ministério das Minas e Energia quando, ainda em 1967, celebrou um acordo com a Eletrobrás para construir a primeira central nuclear de potência. (...). A preferência dos órgãos governamentais era o de escolher os modelos tecnologicamente mais comprovados. Isso quis dizer que a opção se dava em torno dos PWR, de água leve e urânio enriquecido (...). Em 1968, decidiu-se instalar uma usina desse tipo em Angra dos Reis (...)"'. Marques, Paulo (1992), página 59.

radioativo, até então inédito no país. Cinco anos depois, entusiasmada com as informações sobre os primeiros experimentos de produção de radioisótopos para uso médico, que estavam sendo realizados no recém criado Ipen (IEA), ela buscou uma vaga na Instituição, onde participou do nascimento da medicina nuclear no país. (...) Há trinta e três anos à frente do Departamento de Processamento de Material Radioativo do Ipen, ela chefia (...) ⁵⁵⁴.

Outra pesquisadora que, discípula do Doutor Walter Fausto de Lima, terceira geração, atualmente ocupando a chefia da Radioquímica é a Doutora Marina Vasconcellos.

"Ao se formar em engenharia química pela Universidade do Rio Grande do Sul, em 1968, Marina Vasconcellos tinha um grande desafio (...). Indicada com mais três colegas de curso para participar do programa de mestrado no Instituto de Química da USP, (...). O primeiro emprego foi no Ipen, como bolsista de mestrado e depois como funcionária contratada. Após completar o mestrado, Marina fez o doutorado também no Instituto de química, uma vez que o Ipen ainda não tinha estruturado seu próprio curso de pós-graduação. Chefe da Supervisão de Radioquímica da Coordenação de Aplicações Físicas e Químicas do Ipen, (...) Marina enfrenta um outro tipo de desafio: desenvolver e colocar em prática, em parceria com a iniciativa privada e outros órgãos governamentais, importantes projetos voltados para o combate à poluição e para a preservação do meio ambiente. Um dos projetos em curso é a identificação e determinação de metais pesados como o mercúrio no solo e sedimentos em regiões da Amazônia onde há grande atividade garimpeira. Este é um projeto que trará grandes benefícios para a população da região, uma vez que o mercúrio é um (...) ⁵⁵⁵".

As duas falas denotam entusiasmo, mas os discursos são bem diferentes. Ambas as áreas, a despeito da mudança dos nomes estão presentes desde o início da Instituição - são mesmo uma das razões do Instituto.

A produção de radioisótopos que, estava no objetivo inicial da Instituição, e, era um dos laboratórios dentro da Divisão de Radioquímica, era liderada por Fausto W. de Lima. Constância Pagano ainda trabalhou sobre a orientação desse pesquisador. Posteriormente, a produção de radioisótopos cresceu e demandou um centro à parte com laboratórios maiores e mais modernos. Até que se transformou em uma das atividades mais importantes da Instituição enquanto paralelamente as atividades do ciclo foram sendo diminuídas.

⁵⁵⁴ Entrevista concedida por Constância Pagano Gonçalves da Silva (atualmente Gerente do Centro de Radiofarmácia) ao Brasil Nuclear. Revista Brasil Nuclear (1988) 5, 17, abril-setembro (1998) p.15.

⁵⁵⁵ Entrevista concedida por Marina Vasconcellos (Chefe do Laboratório de Ativação Neutrônica) ao Brasil Nuclear. Revista Brasil Nuclear (1988) 5, 17, abril-setembro (1998) p.15.

Quanto à segunda fala devemos nos lembrar que a Radioquímica assim como a Engenharia Química mudam a sua filosofia. Ocorre uma guinada: as pesquisas objetivam a área ambiental e aparece o discurso, muito forte, de interesse social sem uma maior preocupação com a tecnologia nuclear, embora sejam feitos usos de métodos nucleares.

No entanto, os primeiros pesquisadores procuravam através de sua criatividade suprir as dificuldades encontradas e pretendiam dominar aquela tecnologia que estavam desenvolvendo – purificação, sinterização de compostos, confecção de *fuel pellets*, etc. - com a finalidade da produção de material combustível, projeto de reatores e outras etapas do ciclo sem perder de vista as condições de nosso país. Sendo assim podemos analisar nos trechos abaixo:

“Passam os autores em revista os trabalhos realizados nos laboratórios da Divisão de Metalurgia Nuclear, Instituto de Energia Atômica, referente à produção de urânio e de tório metálicos, de fusão e lingotagem sob vácuo do urânio e de processamento por metalurgia do pó da esponja de tório obtida. Depois de justificar os processos adotados em face das condições vigentes no país, analisam (...) as características dos materiais empregados, passando em seguida a descrever (...) as operações metalúrgicas de produção de urânio por redução, por redução em bombas de cargas de tetrafluoreto de urânio por magnésio, e de produção de tório, por redução de óxido de tório por cálcio, em bombas especiais, na presença de cloreto de cálcio e iodo. Descrevem em seguida as operações de fusão e lingotagem do urânio obtido em forno elétrico Wild-Barfield, sob vácuo de (...)”⁵⁵⁶

“As bombas utilizadas para a redução foram construídas no Instituto de Energia Atômica (...) forno elétrico Wild-Barfield, modelo National Research Corporation (...). O circuito de vácuo é constituído por bomba mecânica Leybold, modelo D-12 e por bomba de difusão, modelo H-4P, (...) A medida das pressões residuais (...) (Philips and Thermocouple Vacuum Gauge), da Consolidated Vacuum Corporation (...). Os trabalhos experimentais descritos visaram fornecer os elementos essenciais para a metalurgia de urânio e de tório no Instituto de Energia Atômica para os programas de estudos tecnológicos em andamento. Para a produção de urânio metálico foi preferido o processo de redução do tetrafluoreto (.), em virtude da possibilidade de

⁵⁵⁶ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench (1965). Produção experimental de urânio e tório metálico no Instituto de Energia Atômica. Publicação 89 página 147. Algumas outras publicações nos conduzem ao mesmo raciocínio: “O conjunto subcrítico foi concebido tendo em vista determinados programas de pesquisa no IEA, dentre os quais os referentes ao emprego de nêutrons provenientes de alvo bombardeado pelo acelerador Van Der Graaf, além dos oriundos de fontes Ra-Be ou Sb-Be colocados no tubo porta-fonte que ocupa a região axial da configuração (...). Os programas de pesquisa impuseram as condições suplementares de dever ser um conjunto facilmente desmontável e transportável e que viesse a ser totalmente construído no país, com materiais de produção nacional”. Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench. Fabricação dos elementos combustíveis de UO₂ para o conjunto subcrítico “Re-Suco”. Pub- IEA-92. Ver outras publicações IEA - 79, 80, 81, 82.

*dentro em breve vir a ser êste metal produzido no Brasil (...). Para a produção do tório metálico, (.) o óxido foi produzido (...) pela Orquima S. A. pelo tratamento da monazita das jazidas do Espírito Santo (...)*⁵⁵⁷

Os autores estão demonstrando que uma seqüência de trabalhos está sendo feita e que a pesquisa está inserida num contexto bem definido com possibilidades futuras de aplicação e ainda mais, que se trata de um projeto para um longo prazo. Ainda podemos extrair desses trechos que havia um componente nacional nos equipamentos usados e outro estrangeiro. Os processos adotados estavam condizentes com as condições vigentes no país, assim como se pensava também nas condições futuras - "*em virtude da possibilidade de dentro em breve vir êste material a ser produzido no país*".

Na publicação IEA-80⁵⁵⁸ (1964) foi apresentada, como muitas outras, anteriormente no XVIII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais, Belo Horizonte só que em julho de 1963. Neste trabalho existe uma posição clara quanto ao tipo de reator que deveríamos optar: reatores alimentados com tório⁵⁵⁹.

Embora em dezembro de 1964 já tivesse mudado a direção da CNEN e a estrutura do IEA, possivelmente, como o trabalho foi apresentado em julho de 1963, quando ainda era presidente da CNEN Marcello Damy (conhecido pela sua posição nacionalista) e o presidente da República era João Goulart, havia uma opção por aquele tipo de reator mencionado. Talvez essa fosse também a idéia inserida na política científica brasileira anterior aos governos militares. Nesse trabalho são citadas referências que atestam que outros trabalhos estavam sendo realizados nessa linha.

Também destacamos a cooperação com o Paraguai sobre a orientação da CNEN⁵⁶⁰. Ainda nesse período a "Orquima" estava trabalhando em parceria com o IEA.

No início de 1964, as Divisões de Metalurgia, Radioquímica e, posteriormente, a de Engenharia Química estavam trabalhando intensamente e com sincronia.

⁵⁵⁷ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench (1965). Produção experimental de urânio e tório metálico no Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA - 89, p. 147-152.

⁵⁵⁸ Bidwell, Richard M; Haydt, Heliton M; Freitas, Clauer Trench; Santos, Tharcísio Damy de Souza (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões U_3O_8 - Al. São Paulo: publicação IEA - 80.

⁵⁵⁹ A nova gestão da CNEN pelo que apuramos não optava por reatores alimentados com tório.

⁵⁶⁰ Possivelmente pensava-se em tornar o Brasil um centro nuclear na América do Sul de onde irradiasse a orientação para os outros países.

A intenção era realmente desenvolver toda a tecnologia do ciclo. Tentava-se o apoio da indústria nacional, parcerias com outros centros nucleares como, por exemplo, Fontenay-aux-Roses, na França, e ainda existia a tentativa de suprir as nossas necessidades internas pesquisando o tório como um possível elemento combustível.

O trabalho apresentado na publicação IEA-80 (1964) é particularmente interessante para mostrar como a Instituição já estava, em menos de 10 anos de sua criação, contribuindo na área de produção dos elementos combustíveis.

“O reator (...) Argonauta desenvolvido no Argonne National Laboratory emprega elementos combustíveis constituídos por conjuntos de placas paralelas, formadas por núcleo de dispersão U_3O_8 -Al e revestidos por liga de alumínio, (...) 1100 ou M-388. O Instituto de Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro, tem quase pronto um reator desse tipo, totalmente construído no país⁵⁶¹, o qual empregará elementos combustíveis a serem fabricados pela Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica, de São Paulo⁵⁶²”.

No entanto, observamos que ainda não tínhamos o urânio enriquecido a 20% e nem o pó de Al para a composição da cerâmica.

“Por essa razão os autores utilizaram sempre o óxido de urânio na forma de U_3O_8 , por eles produzidos por calcinação do diuranato de amônio processado pela Divisão de Radioquímica do Instituto de Energia Atômica. Nas experiências somente foi utilizado o óxido natural, isto é, com a concentração de isótopo ^{235}U encontrada na natureza (...). O pó de alumínio utilizado era a fração - 100 mesh, obtida por classificação de pó especialmente importado da firma “L’Aluminium Français” para o fim indicado⁵⁶³”.

Inicialmente, é bom lembrarmos do apontado em nossa observação anterior sobre as atividades atuais da radioquímica (atualmente, chefiada pela Doutora Marina Vasconcellos) que se volta para a área ambiental. Era bem diferente, no passado, a atuação da Instituição - pretendia-se desenvolver ciência e tecnologia na área nuclear embora houvesse a necessidade de usar a indústria estrangeira para suprir necessidades mais sofisticadas.

⁵⁶¹ A Instituição, na maioria das vezes, está trabalhando ou desenvolvendo um produto existente (um software, um equipamento, uma placa de computador, uma peça mecânica ou eletro-mecânica) tentando entender como este produto funciona e muitas vezes aprimorando ou adaptando para as novas condições de trabalho. Alertamos que foi realizada mais uma engenharia reversa do que uma inovação embora não tivéssemos todas as informações sobre o produto a ser desenvolvido.

⁵⁶² Bidwell, Richard M.; Haydt, Heliton M; Freitas, Clauer Trench; Santos, Tharcísio Damy de Souza (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões U_3O_8 -Al. São Paulo: publicação IEA - 80, p. 568.

⁵⁶³ Bidwell, Richard M.; Haydt, Heliton M; Freitas, Clauer Trench; Santos, Tharcísio Damy de Souza (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões U_3O_8 -Al. São Paulo: publicação IEA - 80, p. 569.

Não estamos, em absoluto, desmerecendo e nem somos contra as atuais pesquisas. No entanto, se temos que fazer uso da tecnologia nuclear e se o Instituto foi criado preferencialmente com esse fito, então que se cumpra essa missão no lugar de passar a buscar outras áreas de pesquisa esquecendo-se de todo um investimento humano.

Os trechos selecionados acima reafirmam as nossas argumentações: buscava-se a tecnologia da produção de elementos combustíveis.

Em 1964 (27/10/1964), foram embarcados os elementos combustíveis, já fabricados pelo IEA, para o Reator do Instituto de Engenharia Nuclear. Mais uma vez não ficou no papel, na retórica a ação da Instituição⁵⁶⁴. Hoje, temos vários Departamentos dentro do IPEN, pesquisando na área ambiental. Isso não seria estranho se ao lado dessas pesquisas se tivesse continuado as pesquisas referentes ao domínio da tecnologia nuclear.

“Não, não era a hora de parar. É claro que a situação do desenvolvimento nuclear no mundo todo em noventa não era igual a 1970, as coisas são diferentes. Mas, como uma instituição de C&T você poderia continuar fazendo C&T na área do ciclo do combustível nuclear ou na área de reatores nucleares. É claro que a área de produção de concentrados de urânio não deveria continuar no IPEN por razões óbvias. Primeiro porque as instalações não foram feitas para produção, elas foram feitas para demonstrar tecnologia. Uma coisa é você fazer uma instalação mostrando que você dominou a tecnologia, outra coisa é usar para produção rotineira. (...). Não houve perda de memória porque isso foi tudo transferido para a Marinha. Ela, hoje em Aramar desenvolve todo o programa, na área do ciclo do combustível nuclear, que é a engenharia das instalações do IPEN. Foram passadas para um escritório de engenharia que as “engenheirou” e estão sendo construídas em Aramar. Então o Brasil vai ter um local para produção experimental de compostos de urânio, de tudo o que o IPEN fez de uma maneira correta não tendo mais necessidade da Instituição continuar trabalhando em produção, mas isso não quer dizer que nós não poderíamos continuar nos desenvolvimentos de novas tecnologias, de novas formas que estão sendo conduzidas no mundo todo⁵⁶⁵”

Em 1964, foi publicado um trabalho intitulado “Technology of pulsed sieve-plate extraction columns/Cartridge design/interface control⁵⁶⁶” onde os autores citam várias

⁵⁶⁴ Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton M; Freitas, Clauer Trench (1965), Principais características metalúrgicas dos elementos combustíveis produzidos para o reator “Argonauta” do Instituto de Engenharia Nuclear”, publicação IEA – 112, p. 920.

⁵⁶⁵ Resposta do Doutor Claudio Rodrigues quando lhe perguntamos se os pesquisadores teriam parado as pesquisas na área do ciclo em noventa (16/12/2003).

⁵⁶⁶ “Estuda-se neste trabalho o comportamento de uma coluna pulsada equipada com diferentes conjuntos de placas na extração HNO₃ de uma solução 3N (...). O comportamento de um controlador de nível de interface, operando (...)”. Brill,

parcerias entre os diferentes grupos do Instituto voltados para um mesmo fim. Voltamos a frisar que ainda estávamos em um estágio de tecnologia que muita coisa poderia ser feita na Instituição mesmo que artesanalmente⁵⁶⁷. Daí em diante foi ficando cada vez mais difícil.

Começou a se formar uma nova mentalidade. Os pesquisadores não tinham mais tempo para esperar a vinda de verbas ou que as oficinas mecânicas e eletrônicas acabassem o trabalho já iniciado, do outro laboratório, etc. Tudo no mundo andava a passos largos e nós não poderíamos continuar indo lentamente.

Confundíamos desempenho mais lento, por questões estruturais da sociedade – o país teve um processo de industrialização em relação aos anos trinta, mas pouquíssimo industrializado em relação aos grandes do mundo –, com eficiência e competência.

Ainda, não percebíamos que a questão não era de comparação com EUA, França, Alemanha, etc. Essa nova mentalidade acabou dominando a nossa sociedade e perdemos a grande chance de mudarmos, naquele período, o rumo da história do nosso país, pois isso não acontecia somente na Instituição e na área nuclear.

O IPEN conta com grandes pesquisadores, de altíssimo nível e com trabalhos expressivos de nível internacional. Jorge Eduardo de S. Sarkis⁵⁶⁸, chefiando a divisão de Caracterização Química e Isotópica do IPEN, responde, quando lhe é perguntado sobre o relacionamento da Instituição com a indústria, que não podemos diversificar os esforços e continuar mantendo as nossas oficinas e que deveríamos fazer como fazem, na era da globalização, na Inglaterra e nos EUA; nesses países contrata-se por tempo determinado os pesquisadores e a Instituição mantém poucos pesquisadores no seu "staff".

K. J.; Costa, E. C. (1964). "Technology of pulsed sieve-plate extraction columns/Cartridge design/interface control, Publicação IEA – 77.

⁵⁶⁷ "Um seletor mecânico de velocidades, construído no IEA, foi instalado em frente a um canal de irradiação tangencial, do reator tipo piscina do IEA. O rotor do seletor de velocidades tem a forma de um cilindro com canais helicoidais em sua periferia; em consequência, a energia dos nêutrons é determinada pela velocidade angular do rotor. Este instrumento pode ser usado como monocromador de baixa resolução ou como filtro, quando acoplado a um espectrômetro de cristal, destinado a eliminar nêutrons provenientes de reflexões de ordem superiores. Devido às dimensões finitas do canal, o espectro de saída do seletor não é monocromático. Foi estabelecida a relação teórica entre o comprimento de onda médio do espectro de nêutrons emergentes do seletor e o comprimento de onda no caso de um seletor ideal (...) " Bianchini, F. G.; Abreu, M.; Amaral, L. Q.; Martins, O. W. (1964). IEA neutron velocity selector theory and calibration. Publicação IEA – 78.

⁵⁶⁸ Chefe da Supervisão de Caracterização Química e isotópica no IPEN. Entrevista realizada em 06/09/2001.

A visão desse jovem pesquisador com formação básica em química e com pós-doutoramento nos Estados Unidos e na Inglaterra, com inúmeros projetos⁵⁶⁹ e orientando outros tantos é mais ou menos a opinião geral dos atuais pesquisadores dirigentes da Instituição – afinal não estamos vendo nenhuma voz se manifestando, com exceção da associação de classe do IPEN (ASSIPEN), contra a terceirização de praticamente todos os serviços prestados para a Instituição. No entanto, esse debate no momento nos levaria longe do propósito do capítulo.

Voltando aos pesquisadores da década de sessenta e setenta. Eles acreditavam que a ciência e a tecnologia provocariam uma grande mudança na sociedade brasileira a despeito da controvérsia dos benefícios e malefícios da energia nuclear. A indústria nacional, infelizmente⁵⁷⁰, era incipiente, como já levantamos várias vezes, e não acompanhava as necessidades do setor.

Talvez por isso os militares, mais adiante, não tiveram a clareza ao propor a "compra" de praticamente toda a tecnologia embutida em um reator pronto e uma fábrica de enriquecimento. Até o processo de tratamento de rejeitos veio com o pacote na construção dos reatores de Angra quando tínhamos excelentes químicos no país⁵⁷¹.

⁵⁶⁹ “o criminoso que atirar em outra pessoa, voltar para casa, lavar as mãos, esconder ou se desfazer (...) e achar que vai ficar impune, está cientificamente errado. Uma pesquisa desenvolvida por peritos do IC(Instituto de Criminalística) de São Paulo e por cientistas do IPEN (...) pode determinar de forma mais sensível e precisa, se um suspeito atirou ou não, e qual o tipo de arma utilizada. O artigo científico que resume o trabalho **(um dos autores sendo o Doutor Jorge Sarkis)** será publicado no final do mês, no Journal of forensic Sciences, publicação norte-americana voltada a laboratórios de criminalísticas internacionais”. Diário do Grande ABC. Trabalho de peritos é pura Ciência. Página 5. 13/07/2003. Reproduzimos um trecho da carta de aceitação do trabalho escrito pelo Ph.D Michael ^a Peat que é o editor do JFS: Dear Dr. Sarkis, I am pleased to inform you that the above referenced (a new method for collection and identification of gunshot residues from the hands of...) manuscript has been accepted for publication in JFS as a papes (...). 08/07/2003. Foi firmado um convênio entre a secretaria de Segurança Pública do estado de São Paulo e o IPEN. O Instituto disponibiliza os seus laboratórios de caracterização química aparelhado com equipamentos de última geração e únicos na América latina para realizar as análises necessárias à identificação de origem de drogas, disparos de armas de fogo e falsificação de bebidas, além de treinar peritos do IC. Falamos disso que está ocorrendo em 2003 nesse capítulo pois veremos mais adiante que esse tipo de pesquisa foi iniciado pelo laboratório de radioquímica liderado pelo Dr. Walter Fausto de Lima. Queremos chamar à atenção da importância do amadurecimento científico e o tempo que isso leva e que a indústria na nossa sociedade não pode esperar.

⁵⁷⁰ O que era possível construía-se no IEA em suas oficinas ou adaptava-se o que existia no mercado, mas quando o equipamento demandava uma tecnologia mais sofisticada o IEA tinha que importar. Afinal a Instituição não é uma indústria com linhas de montagem. Alguns equipamentos eram mesmo fabricados no Brasil como o forno tubular, sobre atmosfera de argônio, dotado de oito zonas de controle independente de temperatura, e construído pela Combustol Ltda, mediante anteprojeto do pessoal do IEA. Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton M; Freitas, Clauer Trench (1965). Fabricação dos elementos combustíveis de UO₂ para o conjunto subcrítico “Re-Suco”. Publicação IEA -92, p.218-220

⁵⁷¹ A pesquisadora Laura Sakiko Endo e chefe da Divisão de Tratamento de Rejeitos em 2001 deixa isso bem claro na entrevista que nos foi concedida e gravada. Atualmente (2003), após a saída da pesquisadora Laura Sakiko Endo da Instituição, a chefia está a cargo do Doutor Goro Hiromoto.

Quanto ao desenvolvimento da tecnologia de construção de reatores foi nesse período, anos sessenta, que a equipe de pesquisadores do IEA construiu um reator subcrítico, que se encontra até hoje em operação na Universidade de Pernambuco. Interessante é constatar que o mesmo foi doado para uma Universidade do Nordeste brasileiro o que vem ao encontro da idéia do Presidente da República (Jânio Quadros), em sua primeira mensagem ao Congresso Nacional, de instalar reatores nucleares no Nordeste brasileiro.

Nesse período também entra no cenário das idéias econômicas, no Brasil, a proposição de expandir a indústria para outras regiões do país⁵⁷².

No entanto, com exceção da experiência com a construção do Re-suco, não são observadas grandes movimentações, na Instituição, na área de projetos de construção de reatores, muito embora, posteriormente isso tenha acontecido com a construção do reator IPEN/MB-01.

Existe um grupo atuante em física nuclear, e até alguns trabalhos de física de reatores, mas não na área de engenharia nuclear. Para Maiorino (2000)⁵⁷³ somente a partir do final da década de sessenta, início de setenta é que começarão as atividades em física e engenharia de reatores.

Enquanto isso, várias experiências são realizadas com o reator IEA-R1⁵⁷⁴ como, por exemplo, a publicação IEA – 44⁵⁷⁵ cujo trabalho foi feito para ser apresentado no “Symposium on the programming and utilization of research reactors” em Viena. Esta é uma publicação que selecionamos, pois a encontramos com duas contracapas. Em uma delas não existe a Divisão de Engenharia Nuclear que consta na outra. Provavelmente não se trata de erro e sim de um momento em que está havendo uma reestruturação no IEA (no

⁵⁷² Singer, Paul (1974) discute esse aspecto em detalhes colocando que: “No período 1956/67 ocorre a integração do país com a interligação sendo efetivada através de Brasília e que economicamente ainda é São Paulo, como pólo industrial do país que realiza (...). Com a instituição da SUDENE começou o planejamento da industrialização do Nordeste e o sistema de incentivos fiscais acabou induzindo a sua industrialização a partir de 1960. Pelo capital monopolista do Centro –Sul e a partir de 1964 pelo capital multinacional” . SINGER, PAUL (1974). Interpretação do Brasil: Uma experiência histórica de desenvolvimento, p. 227. Observamos, no entanto que essa denominação industrialização não é comparativa com os países do primeiro mundo e nem com a industrialização ocorrida em São Paulo. Possivelmente o que coube no âmbito de ciência e tecnologia para o Nordeste, em termos de um reator foi o Re-suco da mesma forma que para São Paulo foi um reator de pesquisa na segunda metade dos anos 50.

⁵⁷³ Maiorino, José Rubens (2000), Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura, sem paginação.

⁵⁷⁴ Segundo documento interno, não datado e sem identificação do autor faremos um breve resumo das atividades do reator do IPEN desde a sua inauguração em 1957 no anexo III.

⁵⁷⁵ Damy de Souza Santos, Marcello; Penteado Filho, Azor C. (1961). Operational experience and utilization of the Brazilian 5 MW swimming pool reactor. São Paulo: Publicação IEA-44

ano seguinte, em 1962, surgem duas novas Divisões: Engenharia Química e Metalurgia Nuclear). Tanto é que nas publicações que seguem já se relaciona a Divisão de Engenharia Nuclear tendo o professor Luiz Cintra do Prado à sua frente. Ele, anteriormente, foi o representante do IEA no Conselho Nacional de Pesquisas. Temos poucos pesquisadores para inúmeras funções e eles acabam se revezando nos cargos e nas pesquisas. Isso acarretou um continuísmo na Instituição. No entanto, é na publicação IEA-41 (1961) que surge a primeira menção a uma preocupação com a engenharia de reatores onde temos pela primeira vez a denominação de Divisão de Engenharia de Reatores tendo o mesmo Luiz Cintra do Prado como chefe. Essa Divisão na publicação 44 (do mesmo ano) passa a se chamar Engenharia Nuclear.

A indefinição do nome não significa, nesse caso, que não se estivesse pensando no mesmo assunto, só que os frutos se fizeram sentir quase dez anos mais tarde, quando no início da década de setenta inicia-se a formação de um Centro de Engenharia Nuclear. Temos, em 1970, a Divisão de Engenharia Nuclear, Operação e Manutenção de Reatores e Física de Reatores. Lembremos que estamos no período dos governos militares, quando estão ocorrendo os acordos para Angra I e posteriormente para Angra II. Portanto, estamos diante de duas posturas bem diferentes. Uma propõe a compra de um reator pronto e a outra o desenvolvimento de um reator que, sem sombra de dúvida, demoraria mais que o tempo previsto (não aquele que realmente ocorreu) para a instalação dos reatores de Angra. Ainda Maiorino (2000) pontua:

“Com a assinatura do acordo Brasil-Alemanha em 1975, a decisão final do governo brasileiro pela opção dos reatores PWR (...), além da mudança da política de desenvolvimento pela adoção e transferência de tecnologia, o programa de reatores de alta temperatura perdeu seu sentido, e a instituição teve de mudar seus objetivos para adaptá-lo às novas direções governamentais”.

Para Marques⁵⁷⁶, os governos, no que ele chama de fase diplomática, não entendiam *“dos mecanismos que disciplinam a plena transferência de tecnologia”* além de *“um substrato técnico medíocre (...) o substrato mental, inicialmente de boa qualidade, defasava-se com o tempo (.). Com exceção, é óbvio, dos trabalhos de excelência, realizados pelo grupo de tório, pelo IEA e outros”.*

⁵⁷⁶ Marques, Paulo (1992), p.111.

Analisando as duas citações acima e o que viemos discutindo até agora tomamos a posição de que não desenvolvemos e construímos um reator de potência pela falta de uma política para o setor. Mesmo a questão da falta de um parque industrial, que viemos, ao longo da exposição mencionando, seria também uma questão política. Paramos os estudos para o desenvolvimento de um reator por questões internas ao país, mas continuamos por mais duas décadas com os trabalhos no restante do processo do ciclo do combustível a despeito das pressões externas.

3. Governos Militares e a Instituição até a crise do petróleo

*Dormia,
A nossa pátria mãe tão distraída
Sem perceber que era subtraída
Em tenebrosas transações*

*Francis Hime/Francisco Buarque de
Holanda⁵⁷⁷*

O primeiro governo após o golpe (1964-1967) foi comandado pelo general Castelo Branco⁵⁷⁸.

A crescente necessidade de consumo energético induziu o governo Castelo Branco, no 1º semestre de 1965, a pedir um estudo para a CNEN das perspectivas de energia nuclear no Brasil⁵⁷⁹. A CNEN realizou um estudo com a participação, entre outros, do IEA⁵⁸⁰ aonde se chegou à conclusão que as centrais nucleares seriam viáveis, economicamente, no sistema elétrico Centro-Sul a partir de 1970.

O IEA faz um trabalho onde analisa a viabilidade econômica da geração de energia elétrica nuclear no Estado de São Paulo⁵⁸¹. O trabalho foi publicado em 1967, mas os estudos começaram possivelmente antes.

O IEA analisa a relação custo por kWh, o raio de ação (impacto) de tal instalação eletronuclear e a participação da indústria.

Em 1967, havia uma grande preocupação com a relação custo/Kwh gerado assim como com o impacto causado por uma eletronuclear⁵⁸². As análises foram feitas, com cenários pessimistas e otimistas, para os custos específicos do capital e para a participação nacional.

⁵⁷⁷ “Vai passar” de Francis Hime e Francisco Buarque de Holanda.

⁵⁷⁸ Nesta época foi criado o Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG) sob a responsabilidade dos ministros do Planejamento Roberto Campos e da Fazenda Octávio Gouveia de Bulhões. O corte de despesas advindo da política adotada reduziu o déficit público de 4,2% do PIB (1963) para 1,6% (1965). A inflação diminuiu acentuadamente e o PIB voltou a crescer a partir de 1966. Em 1965 o Brasil dispunha de cerca de sete milhões de kW instalados. Fausto, Boris (1994), p. 471; Cabral, Milton (1983), p. 46.

⁵⁷⁹ Cabral, Milton (1983), p. 46-47.

⁵⁸⁰ Alguns trabalhos são publicados pelo grupo da Divisão de Engenharia de Reatores, por exemplo: Franzen, H. R. (1967). Progressive substitution experiments in UO₂ lattices moderated by D₂O/H₂O mixtures, pub IEA - 139.

⁵⁸¹ Amaral et Al (1967). Nuclear power station of natural or enriched uranium comparison of the expenditures in foreign currency under Brazilian conditions. Publicação IEA – 142. Este trabalho deverá mais tarde ser lembrado quando comentarmos, ainda neste capítulo, sobre a total confiança que a classe empresarial tinha quanto à política desenvolvida para a área energética no Brasil

Foram comparados reatores alimentados com urânio natural e urânio enriquecido que eram representantes daqueles que se encontravam operando nos EUA, França e Canadá levando-se em conta além do já citado a localização, custos de operação e os condicionantes para o ciclo do combustível nuclear (custo do transporte, enriquecimento, reprocessamento).

Os pesquisadores do IEA realizaram um estudo considerando diferentes cenários para a introdução da geração eletronuclear no Estado de São Paulo. Não definiram o tipo de reator, mas delimitaram a pesquisa para aqueles tipos em que havia uma experiência operacional, garantindo os investimentos. Compararam num cenário otimista e pessimista reatores de urânio natural, gás, grafita tipo Magnox desenvolvido pela França e Inglaterra; urânio natural, água pesada tipo Candu desenvolvido pela Canadá; urânio enriquecido, água leve tipo BWR como representantes da família de centrais nucleares desenvolvidas e testadas.

Levaram em conta em seus estudos fatores como: custo de capital específico e total, participação da indústria e mão de obra brasileira, ciclos do combustível nuclear, custos de operação e manutenção, condições de financiamento, localização da central e dispêndios anuais e cumulativos em moeda estrangeira. Ainda os autores fixaram a potência líquida em 250.000kW (segundo estudo anterior realizado pelo IEA).

O IEA estava trabalhando segundo a ótica de um Instituto de Pesquisa, mas não empresarial.

No livro de depoimentos do General Geisel ele não cita o IEA embora indiretamente. Comenta que um grupo de cientistas brasileiros, na época do governo do Presidente Castelo Branco, estudava a questão nuclear, mas os pesquisadores estavam mais preocupados em ir para o exterior⁵⁸³. Pode-se dizer, portanto, que havia um conflito de opiniões quanto à posição do IEA dentro da opção nuclear para o país e que, mesmo não sendo chamado para opinar sobre a escolha do reator de potência, recebíamos verbas para

⁵⁸² Amaral, A.; Bodea, E.; Hehl, Wilma S. C.; da Rocha, R. O. Borges; Toledo, Paulo Saraiva (1967). Publicação IEA-142. Nuclear power stations of natural or enriched uranium comparison of the expenditures in foreign currency under Brazilian conditions.

⁵⁸³ Geisel, Ernesto (1998), depoimentos organizado por: D'Araujo, Maria Celina; Castro, Celso. Página 305.

as pesquisas. O Doutor Claudio Rodrigues inquirido, por nós, sobre esta colocação do General Geisel nos responde que possivelmente ele se referia ao pessoal da CNEN Sede.

Interessa-nos focalizar aqui que pelo conhecimento da história do nosso país, um superintendente não ficaria por tantos anos ocupando esse cargo, caso não tivesse o apoio de algum dos grupos de militares que dirigiam o Brasil nesse período.

Porque o IEA não participou mais ativamente nas decisões sobre Angra se até estava familiarizado com a confecção de elementos combustíveis e tinha uma certa experiência com as usinas piloto implantadas no IEA? Encontramos uma resposta se considerarmos que um grupo diferente daquele que apoiou a construção dos reatores da Angra apoiava as atividades na área do ciclo do combustível realizado pelo IEA⁵⁸⁴. Ora, dado o período, (anos sessenta, setenta), possivelmente, também era constituído de militares o grupo que apoiou o IEA e manteve, por tantos anos, na direção da Instituição um mesmo pesquisador – Rômulo Ribeiro Pieroni. Embora, tenhamos um depoimento de um pesquisador bem próximo ao Doutor Pieroni, nos anos sessenta e setenta, Doutor Gian Maria A A Sordi⁵⁸⁵ que em entrevista nos afirma que havia um grupo de militares que apoiava o professor Pieroni, não temos a prova definitiva que corrobore essa afirmação.

Os governos militares⁵⁸⁶, por sua vez, estavam interessados em grandes projetos que enaltecessem o nome do Brasil como uma grande potência na América do Sul. Neste período o país passa por grandes modificações. A ponte que ligava o Rio de Janeiro à Niterói (Rio-Niterói) foi concebida nos primeiros governos militares e era um projeto que muitos acreditavam ser quase impossível. Era um projeto há muito sonhado e havia uma enorme controvérsia sobre a escolha de uma ponte ou um túnel submarino.

Em 23 de agosto, foi publicado o edital de concorrência para a sua construção. O Consórcio Construtor Rio-Niterói constituído por firmas conhecidas no país ganhou a concorrência. A construção foi iniciada em janeiro de 1969 e tinha um prazo para o seu término (04/12/1971) que não foi cumprido, pois surgiram vários incidentes. O contrato,

⁵⁸⁴ Comentamos, anteriormente, que o General Geisel não apoiava a lentidão com que alguns cientistas conduziam o processo e isto logicamente por desconhecer completamente a dinâmica das pesquisas em C&T

⁵⁸⁵ Entrevista gravada em 2001.

⁵⁸⁶ Muitas vezes falamos de uma maneira geral nos governos militares que começaram em 1964. Existem diferenças de orientações em cada um deles, mormente o do Geisel e o do Costa e Silva, sobretudo em se tratando da Instituição. O governo do General Figueiredo também teve particularidades interessantes para a vida do IPEN.

com a firma construtora, foi rompido, e, posteriormente, outro consórcio deu prosseguimento, ficando entregue o projeto em 04/03/1974.

Outro grande projeto desse período que deixou os governos militares entretidos foi o da construção da rodovia que ligaria o Brasil do norte ao Nordeste⁵⁸⁷ e que foi inaugurado com uma grande solenidade em 27/08/1972 pelo General Garrastazu Médici ao que teria a denominação de Transamazônica. Após mais de trinta anos, o projeto só tem 1/4 construído e em estado precário.

A comunidade política internacional não estava preocupada com um Instituto de Pesquisa, com poucos pesquisadores, com um leque enorme de linhas de pesquisa, com pouca verba para um projeto do porte de domínio do ciclo do combustível e que caminhava lentamente. No entanto, caminhava apesar das dificuldades. Quando o projeto logrou chegar a resultados confiáveis, como veremos no próximo capítulo e já comentado parcialmente nos que precederam, foi abortado pelas mãos invisíveis do sistema internacional manipulando mãos não tão invisíveis do sistema político nacional. Isso ocorreu na tão falada década de noventa em diante.

Deixemos o futuro e voltemos para o período tratado neste capítulo. O IEA cresceu muito nesta época tanto em infra-estrutura como em número de pesquisadores⁵⁸⁸. As contratações eram praticamente decididas pelo Doutor Pieroni, não havendo concurso.

No período do Pieroni os pesquisadores do IEA recebiam um salário razoável quando comparado com o da universidade. Até as bolsas de estudos eram excelentes.

⁵⁸⁷ No seu traçado original a estrada sairia de Pernambuco e Paraíba passaria pelo Maranhão, Tocantins, Pará, Amazonas e chegaria até Boqueirão da Esperança na fronteira do Acre com o Peru. A intenção era de construir 8.100 Km de estrada e garantir a soberania nacional ligando todo o Brasil além de “colonizar” toda a Amazônia. Mais tarde um outro grande projeto toma conta dos interesses nacionais que foi a construção da Usina Hidroelétrica de Itaipu. A região da Foz do Iguaçu teve a sua ocupação pelo “homem branco” (antes era habitada pelos índios Caiaganges) em torno de 1889 com a fundação de uma Colônia Militar implantada para defesa da fronteira. No início do século XX a Colônia recebeu o nome de Vila Iguassu. Em 1918 o prefeito Jorge Schimmelpfeng rebatizou a cidade com o nome de Foz do Iguaçu. Em 1965 ocorre a inauguração da Br - 277 ligando a foz do Iguaçu a Curitiba acelerando o desenvolvimento da cidade. Na década de setenta começou a construção da hidroelétrica. Em 1966 o Brasil e o Paraguai assinaram a Ata das Cataratas, na qual os dois países definiram um meio de cooperação para o aproveitamento do potencial hidroelétrico da região. (médio Paraná). Em 1969 foi assinado o tratado da Bacia do Prata com o propósito de superar várias contendas ocorridas na região entre os governos interessados pelo projeto. Em 1973 o Brasil e o Paraguai assinam o Tratado de Aproveitamento Hidroelétrico de Itaipu, uma empresa binacional (Brasil/Paraguai) seria responsável pela administração da hidrelétrica. Em 1979 ocorreu um acordo tripartite entre Brasil, Argentina e Paraguai. A usina foi inaugurada em 1982.

⁵⁸⁸ Ver anexo II

O que queremos colocar aqui com essas observações é a pergunta que todos aqueles que tiveram contato com os trabalhos desenvolvidos pelo IEA fazem: porque o IEA não sendo chamado a participar ao menos na escolha do tipo de reator a ser adquirido na hora da decisão de Angra, ao menos não se manifestou contra?

Na época em que a comunidade científica se manifestou contra o acordo (o IEA ficou em silêncio), pouco se sabia sobre a atividade do IEA fora da Instituição. Nesse período o IEA já tinha começado a se fechar para a comunidade científica do país. E essa atitude trouxe alguns problemas entre outros, o descaso com as atividades da Instituição.

O IEA continuava com as suas pesquisas na linha de produção de óxidos de tório nuclearmente puro e produção de elemento combustível⁵⁸⁹ e esses trabalhos, ao que tudo indica, ficaram ignorados pelo governo brasileiro, na época.

Algumas medidas foram tomadas, ainda no governo Castelo Branco. Cabe destacar a lei 4.904 (17/12/65) que dispunha da reorganização do Ministério das Minas e Energias, onde a CNEN continuou a estar vinculada diretamente à Presidência da República. Mais adiante (1967), volta novamente a ser subordinada ao Ministério das Minas e Energias pelo decreto lei nº 200 (25/02/1967)⁵⁹⁰.

Para Cabral (1983) esta foi uma volta de 180 graus. Ele tem razão, pois não podemos esquecer que, de certa forma, essa medida retirou da CNEN uma maior participação no processo decisório da escolha do segundo reator de potência para o Brasil.

Assim como anteriormente a CNEN fora criada e retirou a participação na área nuclear do CNPq, agora o mesmo acontecia com a CNEN, sempre segundo os interesses e manobras daqueles que estão no poder de decisão, que por sua vez se deixam ou não manipular por forças externas ao país. Temos visto que essa é uma dinâmica muito forte e freqüente na história da energia nuclear no Brasil.

⁵⁸⁹ Nessa época é que foi exatamente criado o grupo de tório no antigo IPR. “Os processos recentes no tratamento de minérios de tório e nos processos de obtenção de óxido de tório nuclearmente puro, são discutidos com referência especial à experiência industrial e em escala piloto realizada no Brasil. (...) o processo estudado no Brasil para a obtenção de óxido de tório de pureza nuclear difere em vários pontos práticos correntes (.).”. Brill, K. J.; Krumholtz (1965). Produção de óxido de tório nuclearmente puro, pub. IEA – 115. Outro exemplo é o já citado Santos, Tharcísio D. de Souza et al (1966). Estudo experimental da produção de pastilhas de ThO₂ e de ThO₂ - UO₂, pub. IEA - 132.

⁵⁹⁰ Cabral, Milton (1983), p. 46-47.

Ora, como já comentamos, o IEA/IPEN sempre estando ligado direta ou indiretamente a CNEN, também sentiria por tabela as pressões e reviravoltas sofridas por essa Instituição.

Isso nos faz compreender parcialmente porque lá pela metade dos anos setenta, como acentuou Maiorino⁵⁹¹ tivemos que reorientar as atividades do Centro de Engenharia Nuclear.

No entanto, não explica a continuidade do programa voltado para o ciclo do combustível. Parece-nos que os militares tinham pressa de viabilizar o Brasil potência e erraram, por falta de um entendimento do processo de aquisição de tecnologia, quando optaram por um projeto “grandioso” de aquisição de reatores de potência. Ao mesmo tempo, entendiam que o IEA não causaria obstáculos aos seus projetos se continuasse com as suas pesquisas na área do ciclo, pois embora o pacote “viesse completo” não implicava, por exemplo, o enriquecimento e nem o reprocessamento⁵⁹². Mais tarde, já no governo Figueiredo, então ficou mais claro, que nunca nos seriam repassadas aquelas tecnologias.

A partir de março de 1967 assume o Governo o General Costa e Silva. Em seu governo o consumo de eletricidade aumentou consideravelmente e foram lançadas as bases para o que veria a ser posteriormente o acordo nuclear do Brasil com a República Federal da Alemanha⁵⁹³.

Em agosto de 1969 o General Costa e Silva teve um derrame, e ao contrário do que estava previsto na Constituição vigente no país, o Vice Presidente Pedro Aleixo não assumiu a presidência. Através de um ato institucional assumiu a presidência uma junta militar composta pelos ministros Lira Tavares do Exército, Augusto Rademaker da Marinha e Mário de Sousa e Melo da Aeronáutica. A política para energia nuclear neste período não foi alterada⁵⁹⁴.

De tudo o que comentamos fica claro que no período, que vai da liberação da energia nuclear para fins pacíficos até a crise do petróleo em 1973, na Instituição, foram

⁵⁹¹ Maiorino, José Rubens (2000), Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura, sem paginação.

⁵⁹² Quando em 08/07/1965 foi assinado um acordo de cooperação com os EUA objetivando basicamente a construção e operação de reatores de potência e pesquisa e utilização de radioisótopos não constavam partes sensíveis como àquelas ligadas ao ciclo do combustível (enriquecimento e reprocessamento). Nesta época já se tinha como viável economicamente a extração de urânio em Poços de Caldas. Cabral, Milton (1983), p. 47.

⁵⁹³ Cabral, Milton (1983), p. 48-49.

⁵⁹⁴ Fausto, Boris (1994), p. 481.

desenvolvidos dois grandes projetos, produção de radioisótopos e ciclo do combustível nuclear.

Em particular na segunda metade dos anos sessenta em diante a Instituição estava mais madura e experiente e as pesquisas e atividades estavam mais definidas por departamento.

A Instituição tomava corpo próprio e caminhava com mais convicção do seu papel. Afinal os primeiros dez anos de implantação das linhas mestras de pesquisas tinham decorrido sem grandes tropeços (fora, é lógico, as dificuldades inerentes a um país pobre) e com muito trabalho e entusiasmo.

Na segunda década de vida da Instituição o Doutor Rômulo Ribeiro Pieroni imperava sem contestação “aparente” como dirigente maior de todos os grupos. O comando do Instituto era centralizado na pessoa desse pesquisador como já comentamos anteriormente.

Foram criadas, entre outras, as Divisões de Metalurgia Nuclear e Engenharia Química. Começou a ocorrer uma maior especialização nas pesquisas. Em particular, a Divisão de Radioquímica ficou mais livre para realizar as pesquisas no seu campo. Lima (1965) ressalta:

“Although the Meeting is specifically held to study the utilization of research reactors, a brief mention will be made of the work the Radiochemistry Division had to carry out in order to make available to other groups, uranium salts of nuclear grade. The object of presenting a summary of this kind of work is to show the diversity of work that radiochemists or chemists may have to handle in new centers, especially in developing centers. Anyway, most of the exploratory work was made using radioisotopes of impurities in uranium in order to develop purification procedures and the work in itself is a good example of tracer technique work. Uranium salts had to be supplied to the recently created Nuclear Metallurgy Division in order that they might carry out their projects along the line of production of cermets of UO_2 and U_3O_8 as well as preliminary studies on reduction of UF_4 to metallic uranium (...) If a Radiochemistry Division starts its activities in a nuclear reactor center, at the same time that the reactor is being assembled, that division is bound to be requested for a lot of work not directly linked to Radiochemistry. If a large staff is already available, some men can be allocated to the various problems which arise by the assembling of the machine. However, this situation of availability of a large staff is not likely to happen in new institutions, especially in developing countries⁵⁹⁵.

⁵⁹⁵ Lima, Fausto W de (1965). Development of radiochemistry activities in new research reactor centers. Publicação IEA – 100. Presented at the Study Group Meeting on the Utilization of Research Reactors. 4-8 novembro de 1963. São Paulo.

Em outubro de 1964 encontramos o Doutor Fausto W. de Lima como primeiro autor realizando um trabalho em que se estuda a variação da concentração de elementos inorgânicos nos fios de cabelos humanos por meio de espectrometria gama⁵⁹⁶. Segundo os autores o objetivo do trabalho era contribuir com a investigação criminal⁵⁹⁷. Este trabalho contrasta com outros realizados por Lima anteriormente e já citados.

As publicações que se seguiram, na sua maioria, confirmam a afirmação de que as orientações estão mudando. Está acontecendo uma maior especialização nas pesquisas. Anteriormente havia um esforço comum para o desenvolvimento do ciclo do combustível. Lembremos da declaração de Alcídio Abrão comentando que, no início, ele fazia de tudo um pouco.

Ainda vamos encontrar a equipe de radioquímica trabalhando com urânio na linha do ciclo do combustível, mas cada vez menos⁵⁹⁸. Os trabalhos prosseguiram mais na linha de

⁵⁹⁶ Lima, Fausto W. de; Shibata, H. (1964). Activation analysis applied to forensic investigation. Some observation on the problems individualization of human hair. Publicação IEA – 72. Este é um trabalho de cunho social: “ In the study of the appendages of skin, on the view point of Forensic sciences, hair takes a distinctive place due to the fact it has great importance in criminal investigation (...)”, página 2. Este trabalho foi feito em parceria com o Departamento de Política do Estado de S.P, pois um dos autores, Shibata H. estava licenciado para realizar o trabalho. A fundação Rockefeller doou o equipamento para as análises. O Instituto de Salud Ocupacional, Lima, Peru, forneceu as amostras de cabelo de trabalhadores de plantas de arsênico. Atalla, Laura T.; Silva, Célia M.; Lima, F. W. (1966). Activation analysis of arsenic in human hair. Some observations on the problem of external contamination Publicação IEA – 126. Separata do volume 37, números 3/4 dos Anais da Academia Brasileira de Ciências.

⁵⁹⁷ A radioquímica continua com a determinação de elementos traços em amostras, mas esta linha de contribuição aplicada ao campo da criminalística irá dar frutos mais tarde em outra área (Divisão de caracterização Química) com o pesquisador Doutor Jorge Sarkis como comentamos no capítulo anterior.

⁵⁹⁸ Citamos alguns dos trabalhos do grupo de radioquímica para que se tenha a dimensão do que estamos falando: Atalla, Laura T.; Lima, Fausto W. de (1963). Determination of gamma isomer in hexachlorocyclohexane by isotope dilution. Publicação IEA – 59. Nesta publicação existe um agradecimento às indústrias Reunidas Francisco Matarazzo pela doação do equipamento de medida usado. Silva, Célia Machado; Lima, Fausto W. de (1963). A method for determination of Sr-90/Y-90 by using EDTA and ion-exchange application to the determination of those radiotopes in milk. Publicação IEA – 60. apresentado no Pan-American Conference on Radiochemistry promoted by the Inter- American nuclear Energy Commission. Uruguai, em 23/07/1963. A segunda autora está licenciada do Departamento de produção animal da Secretaria da Agricultura de São Paulo com bolsa da CNEN. Ainda os autores agradecem a colaboração de dois pesquisadores da Divisão de Física Nuclear (Silvio Herdade e Olga Maffra) pela calibração do equipamento de contagem. Laranja, Almir Augusto (1963). Kinetic of uranium (VI) elution from cationic exchange resin. Amnium sulphate as eluent. Publicação IEA – 61. (1964). Radiochemical separation of thallium from thorium by anion Exchange resin - Tl-208 reservoir. Publicação IEA -87. Giambastiani, Rômulo; Silva Filho, Joaquim G.; Lima, Fausto W. de (1965). Determination of chlorine and copper in high purity water by radioactivation analysis. Publicação IEA -97. Silva Filho, Joaquim G.; Abrão, Alcídio; Lima, Fausto W.de (1965). Activation analysis of gold in ores samples. Publicação IEA – 98. Abrão, Alcídio; Nastasi, Maria José; Laranja, Almir A. (1965). Application of ion Exchange resins to the separation of carrier free fission products. Publicação IEA – 101. Abrão, Alcídio (1965). Themogravimetric behavior of some uranium compounds – applications to O:U ratio determination. Publicação IEA -105. Ribas, F. J.; Abrão, Alcídio; Lima, F.W.de (1965). Concentration and purification of cesium from fission products. Publicação IEA – 109. Pagano da Silva, Constância; Ramaniah, V. M. (1965). Preparação de iodo-131 a partir do telúrio elementar irradiado. Publicação IEA – 110. Nastasi, Maria José; Cáceres, C. (1965). Programação digital para o cálculo das atividades dos produtos de fissão de meias vidas longas. Publicação IEA – 111. Lima, Fausto W. de (1965). Chemical support and maintenance work in light-water moderated research reactor. Publicação IEA – 119. Abrão, Alcídio. (1966). An ion exchange EDTA separation of lead from bismuth - Application to radiochemistry. Publicação IEA – 131. Lima, Fausto W. de; Silva, C. M. (1968). Activation analysis of chromium in water matrix. Publicação IEA - 161. Atalla, Laura T. Lima, F. W. de (1968).

determinação de elementos traços com o Doutor Fausto W. de Lima à frente do grupo e a produção de radioisótopo sob a liderança de Constância Pagano. Esta última área de pesquisa ficou na radioquímica até a criação de um Departamento específico para esse fim, quando a Doutora Constância Pagano assume a sua chefia e o Doutor Fausto W. de Lima continua na linha de radioquímica⁵⁹⁹.

“Em 1960 continuamos com a produção (...) pequena, e o professor Damy junto com o professor Fausto me convidaram para fazer um estágio em Saclay, no “Centre d’Etudes Nucleaires” para me familiarizar com a produção de radioisótopos. Fiquei 6 meses e quando voltei começamos a fazer todas as instalações no prédio antigo (...). montamos algumas células para preparação do ^{131}I , ^{32}P , Au coloidal que eram muito utilizados na época. (...). Depois, em 1970, fiz a minha dissertação de mestrado juntamente na produção de ^{131}I tendo como orientador o Doutor Fausto W. de Lima. Por volta de 1972, o professor Pieroni que tinha uma visão muito grande sobre a medicina nuclear no país, construiu um prédio para a produção de radioisótopos. Em 1975 estava pronto o prédio atual de produção de radioisótopos. (...) Cresce atendendo a medicina nuclear, surgiram outros radioisótopos (...)”⁶⁰⁰

Para a época, os trabalhos apresentados eram bem considerados, isto é, existia uma potencialidade para transformar o IEA em um dos grandes institutos das Américas. No entanto, não podemos esquecer que ele foi criado dentro de um programa que tinha limitações, como já analisamos anteriormente.

Determinação de impurezas em magnésio metálico por análise por ativação. Publicação IEA –167. Lima, Fausto W. de; Silva, Célia M. (1968). Study of the influence of various factors on the radiochemical. Gutzeit method of activation analysis of arsenic. Publicação IEA – 176. Laranja, A. A.; Lima, Fausto W. de. (1969). Study of the coprecipitation of the cadmium with ammonium diuranate. Publicação IEA - 180. Atalla, Laura T.; Lima, Fausto W. de (1970). An actual case of glass debris identification by MAA in automobile accident. Publicação IEA – 205. Reprinted from Radiochemical and Radioanalytical Letter vol. 3, número 1, página 13-22 (1970). Atalla, Laura T.; Lima, Fausto W. de (1970). Association of the methods of activation analysis and isotope dilution for determination of copper in chemical reagents. Publicação IEA – 206. Reprinted from Radiochemical Letters vol. 3, número 1, página 23-30 (1970). Abrão, Alcídio. (1971). Estudo do comportamento de extração de vários elementos por aminas de cadeias longas na presença de tiouréia como agente complexante. Tese de doutoramento. Instituto de química da Universidade de São Paulo. Ishiguro, Yuji; Jorge, Elisabete. (1974). Two-group milne problem: a numerical study of the effect of scattering anisotropy. Publicação IEA 368. Ishiguro, Yuji 919750. Half-range orthogonality theorem for thermal neutron transport. Publicação IEA 370.

⁵⁹⁹ Lima, Fausto W. de; Silva, C. M. (1970). Determination of arsenic in germanium by the combination of isotope dilution and activation analysis. Publicação IEA – 220. Reprinted from journal of radiochemical chemistry, volume 4, 1970. Nastasi, Maria José; Dominguez, G. (1971). Purification del actinio-227 por intercambio cationico. Publicação IEA –229. Publicado pela Real Sociedad Española de Física y Química, tomo LXVI, número 78, 1970. (Annales de química). Puchel, R.; Lima, Fausto W. de (1971). Application of the retaining ion technique to separation of ions by electrophoretic focussing ions. Publicação IEA - 232. Reprinted from Radiochemical and Radioanalytical Letters, volume 6, número 3, 1971. Puschel, Sônia M. P.; Lima, Fausto W. de (1971). Retention of tantalum by hydrated antimony(V)/oxide is strongly and media. Publicação IEA 239. Reprinted from Radiochemical and radioanalytical letters, volume 6, número 5, 1971. Lima, Fausto W. de, Atalla, Laura. (1972). Association of the methods of activation analysis and radioisotope. Determination and isotopique dilution, determination if coopers un high purity gold samples. Publicação IEA 268. Presented at the American Nuclear Society Tropical Meeting and radiation and isotope. Tecnology in Latin America Development, San Juan, Porto Rico, may, 1969.

⁶⁰⁰ Entrevista gravada com a Doutora Constância Pagano da Silva em 16/12/2002.

Uma das linhas dos trabalhos⁶⁰¹ realizados pelo grupo de radioquímica foi a determinação de produtos de fissão, sobretudo Sr-90 em São Paulo. Segundo os resultados qualitativos desse trabalho foram determinados Zr-95; Nb-95; Ru-103; Ru-106; Ce-144 (todos produtos de fissão). A coleta foi realizada entre junho de 1962 até agosto de 1963. Torna-se difícil argumentar que esse trabalho fosse significativo para o nosso país. Usou-se um detetor NaI de baixo “background” acoplado a um monocanal da Nuclear Chicago, modelo C110B. A nosso ver, essa pesquisa seria mais importante para o hemisfério norte e se encontrava fora do contexto do hemisfério sul apesar dos testes no sul do Oceano Pacífico. O estudo detecta na ordem de 10^{-12} Ci de Sr-90 em coletas mensais realizadas de junho de 1962 a janeiro de 1965. Esta linha de pesquisa⁶⁰² vinha timidamente crescendo em anos anteriores. Posteriormente, foi encampada pelo grupo de radioproteção ambiental como já discutimos anteriormente, só que os radionuclídeos estudados não são os produtos de fissão e sim aqueles das séries naturais.

A equipe liderada pelo Doutor Tharcísio Damy de Souza Santos prossegue os trabalhos de metalurgia nuclear e em 1964 trabalhava ativamente com os estudos de produção de elementos combustíveis.⁶⁰³ Reproduzimos abaixo alguns trechos dos trabalhos que foram feitos pela equipe.

“Convém lembrar (...) que os estudos realizados por Waugh, demonstraram a superioridade do comportamento de U_3O_8 sobre o do UO_2 quando em dispersão com alumínio em núcleos de combustíveis “Argonauta”. Por essa razão, em todos os estudos experimentais adiante descritos, os autores utilizaram sempre o óxido de urânio na forma de U_3O_8 , por eles produzidos por calcinação do diuranato de amônio processado pela Divisão de Radioquímica do Instituto de Energia Atômica. Nas experiências realizadas

⁶⁰¹ Abrão, Alcídio, Lima, Fausto W de; Determination of Sr-90 in São Paulo city fallout . publicado no relatório Hasl – 161 – UC41, Health and Safety Tid – 4500, 41 St Ed. Publicação IEA 118.

⁶⁰² Machado da Silva, Célia; Lima, Fausto W. de (1963). A method for determination of Sr-90 – Y-90 by using EDTA and ion-exchange. Application to the determination of those radioisotopes in milk (comentado anteriormente). Publicação IEA – 60. “Foram feitas análises de amostras de leite procedentes de vários lugares no Estado de São Paulo, Brasil, apresentando-se os resultados correspondentes. Os valores encontrados estão muito abaixo da concentração máxima permissível (em torno de pCi por cada 100g de amostra)”. Mesma referência à página 01. .

⁶⁰³ Haydt, Heliton. (1963). Estado atual da tecnologia da produção de tório metálico. Publicação IEA – 63. Separata da ABM, número 77, volume 19 página 571. Bidwell, Richard M. (1963). Desenvolvimento de ligas de tântalo para cápsulas para plutônio líquido. Publicação IEA – 64. Separata da ABM, número 77, volume 19. Bidwell, Richard M. (1963). Considerações metalúrgicas sobre um reator de conversão com liga líquida de tório. Publicação IEA – 65. Separata da ABM, número 77, volume 19. Freitas, Clauer Trench; Haydt, Heliton; Damy de Souza Santos, Tharcísio (1964). Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berília, de tória e de soluções sólidas tória-urania. Publicação IEA – 79. Separata da ABM, volume 20, número 84. Damy de Souza Santos, Tharcísio; Bidwell, Richard M.; Freitas, Clauer Trench de; Haydt, Heliton M.; Silva, Paulo Sérgio Pereira da. (1964). Bidwell, Richard M. (1965). Emprego da termodinâmica na previsão de reações encontradas no desenvolvimento de reatores nucleares de combustível líquido. Publicação IEA – 88. Separata de Metalurgia, revista da Associação Brasileira de Metais, número 86, volume 21. Apresentado no XVIII Congresso Anual da ABM em 1963. Trabalho realizado no Los Alamos Scientific Lab. sob os auspícios da Atomic Energy Commission dos EUA. O autor estava licenciado do laboratório e era , no Brasil, consultor da AIEA junto a CNEN.

somente foi utilizado o óxido natural, isto é, com a concentração de isótopo U-235 que será utilizado na fabricação dos elementos combustíveis. O pó de alumínio utilizado era (...) especialmente importado da firma l'Aluminium Français para o fim indicado (...). Em alguns dos exames metalográficos utilizou-se o polidor eletrolítico Zeiss, recentemente instalado na secção de Metalografia da Divisão⁶⁰⁴”.

“É de conhecimento geral que os combustíveis nucleares cerâmicos apresentam particular interesse, principalmente por possibilitarem temperaturas elevadas de operação, o que concorre para o aumento do rendimento térmico do reator. Uma das grandes dificuldades encontradas na produção dos elementos combustíveis cerâmicos para reatores reside na faixa de tolerância muito rígida das dimensões das peças constituintes. Na manufatura de precisão de peças cerâmicas, em geral, a tolerância de dimensões é de 1% no caso de dimensões de mais de 10mm. Para reatores em que o elemento combustível seja constituído por pastilhas de material cerâmico encapsulado em revestimento metálico compatível, é desejável que as flutuações de dimensões sejam bastante inferiores a 1%⁶⁰⁵”.

“A caracterização das misturas do ponto de vista do seu comportamento quanto à sua compactabilidade constitui difícil problema, uma vez que não se dispõe ainda no país de meios para a determinação experimental da superfície específica dos pós de UO_2 , índice que, juntamente com o desvio da estequiometria, parecem constituir os melhores índices para julgar o comportamento de UO_2 para fins cerâmicos, principalmente para pastilhas de elevada densidade. Mostraram os resultados obtidos que, na falta desses meios, os valores da densidade aparente da mistura condicionada, através dos índices “densidade solta”, “densidade batida” e “densidade limite”, constituíam meios bastante eficazes para caracterizar as cargas a serem compactadas. Finalmente, as condições de sinterização (atmosfera, tempo, temperatura e velocidade de aquecimento e de resfriamento), pela sua importância foram investigadas através de muitas dezenas de operações (...).⁶⁰⁶”.

A cada linha dos trabalhos publicados extraímos a imagem forte de que a ciência e a tecnologia eram imprescindíveis para o homem. O IEA avançava na direção de conseguir dominar o processo de purificação do urânio e tório, sinterização e calcinação de materiais, confecção de elementos combustíveis⁶⁰⁷. Ainda que a indústria nacional fosse incipiente na

⁶⁰⁴ Bidwell, Richard M.; Haydt, Heliton; Freitas, Clauer Trench; Damy de Souza Santos, Tharcísio. (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões U_3O_8 -Al. Publicação IEA – 80. Separata da ABM, volume 20, número 84.

⁶⁰⁵ Silva, Paulo Sérgio Pereira da; Damy de Souza Santos, Tharcísio; Freitas, Clauer Trench de.(1964). Controle dimensional de pastilhas de urânio para o reator Re-suco. Publicação IEA – 81. Separata da ABM, número 85, volume 20.

⁶⁰⁶ Damy de Souza Santos, Tharcísio; Bidwell, Richard M.; Freitas, Clauer Trench de; Haydt, Heliton M.; Silva, Paulo Sérgio C. Pereira (1964). Estudo experimental das principais variáveis para a produção de pastilhas de UO_2 para o reator Sub-crítico Re-suco. Publicação IEA – 82.

⁶⁰⁷ Brill, K. J.; Krumholz.(1965) Produção de óxido de tório nuclearmente puro. Publicação IEA 115.Brill,K. J.; Federgrün; Lourenço, Alzira S. (1965). Obtenção de ítrio, európio e terras raras pesadas a partir da monazita I. composição das terras raras na monazita. Publicação IEA 116. Brill, K. J.; Federgrün, Ludmila. (1965). Purificação de urânio. Absorção de molibdênio sobre o carvão ativo. Publicação IEA 117. Franzen, H.R.; Foshina, Mioco; Mazzilli, Elenice. (1966). Cálculo da massa de óxido de urânio para o arranjo subcrítico Re-suco. Publicação IEA -129.Damy de Souza Santos, Tharcísio; Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Capocchi, José Deodoro Trani; Puccini, Ernesto

área, os pesquisadores tentaram se apoiar nela, muito embora, começassem a desistir. Até o forno, que anteriormente tínhamos construído, estávamos importando. Um outro trecho retirado de um trabalho que foi liderado pelo professor Tharcísio nos sugere o que estamos afirmando.

“O programa da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica inclui estudos experimentais de produção de urânio e tório metálicos a partir de matérias primas nacionais, bem como de processamento ulterior desses metais e suas ligas para a fabricação de elementos combustíveis experimentais para reatores. (...) os estudos experimentais desenvolvidos nos Laboratórios da Divisão de Metalurgia Nuclear visaram principalmente acumular experiência para ulteriores desenvolvimentos na fabricação de elementos combustíveis que empreguem ligas de urânio e tório. Como é sabida, uma das possibilidades julgadas mais atraentes para usinas termoelétricas, planejadas para o Brasil, reside no emprego de urânio natural, sob a forma de liga, encerrado em tubos de liga de magnésio. (...) a produção de magnésio de alta pureza pelo processo Pidgeon deverá dentro em breve constituir objeto de iniciativas no país, de vez que o mercado nacional de magnésio atinge já nível que pode justificar a sua produção, principalmente pelas condições muito favoráveis existentes em numerosas partes do Brasil, a da região de São Paulo em particular. Quanto ao processo para ulterior tratamento do material metálico reduzido, dispõe o Instituto de Energia Atômica de forno Wild-Barfield, modelo da National Research Corporation, dos Estados Unidos. (...) Os estudos de produção de urânio metálico têm sido conduzidos com tetrafluoreto de urânio de três procedências, a saber: a) produção experimental, pelo processo de via úmida (...) pela divisão de Radioquímica do IEA. b) importado do Canadá (...) c) importado da Alemanha (...). O magnésio (...) foi importado dos EUA. O cálcio (...) era de procedência italiana. (...) As bombas de redução (...) foram construídas no IEA. (...) o circuito de vácuo é (...) Leybold, modelo D-12 e por bomba de difusão, modelo H-4P, de 500 W. A medida das pressões residuais é feita por meio de aparelho medidor combinado

Coutinho. (1966). Estudo experimental da produção de pastilhas de ThO_2 e de $\text{ThO}_2\text{-UO}_2$. Publicação IEA - 132. Damy de Souza Santos, Tharcísio; Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench; Gentile, Erberto Francisco; Cintra, Sebastião Hermano Leite. 91966). Características de placas delgadas para elementos combustíveis contendo dispersões de U_3O_8 – Al. Publicação IEA 134. Apresentado no XXI Congresso Anual da ABM em 1966. Haydt, Heliton Motta; Freitas, Clauer Trench; Capocchi. (1968). Pastilhas de UO_2 de elevada densidade. Publicação IEA - 154. Freitas, Clauer Trench. (1968). Redução de tetrafluoreto de urânio por magnésio; estudo experimental da influência de algumas variáveis. Publicação IEA - 155. Haydt, Heliton Motta; Cintra, Sebastião Hermano. (1968). Nota preliminar sobre a fabricação de elementos combustíveis planos contendo núcleo de ligas alumínio-urânio. Publicação IEA 156. Separata da Metalurgia, volume 23, número 121, 1967. Freitas, Clauer Trench; Cintra, Sebastião Leite; Gentile, Erberto Francisco; Capocchi, José Deodoro Trani. (1968). Fusão e lingotagem de urânio sob vácuo em forno elétrico de laboratório. Publicação IEA - 161. Apresentada ao XXII Congresso Anual da ABM em 1967. Damy de Souza Santos, Tharcísio; Capocchi, José Deodoro Trani; Cintra, Sebastião Hermano Leite. (1968). Estudo experimental de fabricação de elementos combustíveis planos dotados de múltiplos cermetes. Publicação IEA 162. Gentile, Erberto Francisco. (1968). Metalografia de ligas alumínio-urânio. Publicação IEA - 164. Apresentada no XXII Congresso anual da ABM, 1967. Cintra, Sebastião Hermano Leite; Gentile, Erberto Francisco; Haydt, Heliton Motta; Capocchi, José Deodoro Trani. (1968) desenvolvimento de placas combustíveis contendo núcleo de ligas Al-U (20%) e Al-U (20%)-Si (0,8%). Publicação IEA - 173. Separata de Metalurgia, volume 24, número 131, 1968. Haydt, Heliton Motta; Capocchi, José Deodoro Trani; Cintra, Sebastião Hermano Leite; Gentile, Erberto Francisco. (1969). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões a base de tória. Publicação IEA - 179. Damy de Souza Santos, Tharcísio; Haydt, Heliton Motta; Freitas, Clauer Trench; Gentile, Erberto Francisco; Capocchi, José Deodoro Trani; Cintra, Sebastião Hermano Leite. 91969) Fabricacion de elementos combustibles para reactores de investigation. Publicação IEA - 190. Capocchi, José Deodoro Trani (1969). Nota preliminar sobre o emprego de apisoados a base de MgO para revestimentos de bombas de redução de UF_4 por Mg. Publicação IEA - 191. Separata de Metalurgia, volume 25, número 145, 1969. Capocchi, José Deodoro Trani; Gentile, Erberto Francisco; Tracanella, Roberto Barata. (1969). Obtenção de ligas Al-Th e Al-Th-U por redução de ThO_2 e de U_3O_8 por alumínio líquido. Publicação IEA - 192. Separata de Metalurgia, volume 25, número 144, 1969.

termoelétrico e de ionização (...) Philips and thermocouple Vacuum Gauge da Consolidated Vacuum Corporation⁶⁰⁸”.

Neste capítulo, mais do que nos anteriores, estamos nos alongando com as referências bibliográficas, pois este foi um período importante na vida do IEA. Se fosse possível comparar com a vida de um ser humano, diríamos que a Instituição estava na sua adolescência quando o indivíduo, tendo por base a sua infância, adquire as suas próprias características e finalmente se prepara para o seu próprio vôo.

Teríamos outros muitos exemplos para fornecer como referendo para a nossa análise, mas nos restringimos a alguns poucos para não correr o risco de sermos repetitivos e enfadonhos. A riqueza dos trabalhos está registrada não só nas publicações IEA do período, como também em publicações de outras revistas específicas da área, nacionais e internacionais. Demos alguns exemplos em notas de rodapé. O material é farto e esperamos que possa ser resgatado quando necessário.

Em especial, gostaríamos de acrescentar alguns outros exemplos na área de metalurgia nuclear que se encontra muito ativa. Essa área é reconhecida internacionalmente e os professores, citados, que dedicaram boa parcela de suas vidas na Instituição, deixaram escola.

“A pesquisa é justificada pela importância das aplicações nucleares do tório na perspectiva do desenvolvimento de reatores reprodutores, baseados no uso de Th-232 e U-233. É apresentada uma revisão sobre os fundamentos termodinâmicos da redução de ThO₂ por alumínio em sistema metal-escória, ressaltado o fato de que a formação do composto intermetálico ThAl desempenha papel preponderante na redução. É relatado o procedimento experimental adotado, descrevendo-se os equipamentos empregados e as experiências realizadas. São estudados experimentalmente os efeitos dos seguintes fatores sobre o rendimento da redução: relação criolita/óxido de tório, concentração inicial de óxido de alumínio na escória, tempo de reação, temperatura de reação e concentração de tório na liga redutora. Gráficos, tabelas e micrografias das ligas Al-Th e Al-Th-U obtidas mostram os resultados alcançados⁶⁰⁹”.

⁶⁰⁸ Damy de Souza Santos, Tharcísio; Haydt, Heliton M.; Freitas, Clauer Trench de. (1965). Produção experimental de urânio e tório metálicos no IEA. Publicação IEA – 89. Separata de Metalurgia uma revista da ABM, número 86, volume 31.

⁶⁰⁹ Capocchi, José Deodoro Trani; Gentile, Erberto Francisco; Tracanella, Roberto Barata. (1969). Obtenção de ligas Al-Th e Al-Th-U por redução de ThO₂ e de U₃O₈ por alumínio líquido. Publicação IEA – 192. Apresentada no XXIV Congresso Anual da ABM, 1969.

Este é um dos inúmeros trabalhos do final da década de sessenta⁶¹⁰, onde são apresentados os resultados obtidos com as experiências realizadas e calcadas em uma teoria. Por fim, estes trabalhos foram evoluindo para que finalmente fosse possível se fabricar os elementos combustíveis dos reatores em atividade no IEA e em outras instituições do país. Hoje, o IPEN fabrica os seus próprios elementos combustíveis como já tivemos a oportunidade de comentar e que é um fruto dos trabalhos iniciados, sobretudo nessa década. Os temas de estudo prosseguem com redução, reprocessamento de ligas de urânio, análise diferencial térmica, sinterização, propriedades de superfície, dióxido de urânio, ligas de alumínio, dispersão de U_3O_8 em alumínio, conformação por laminação, etc sendo os mesmos autores que publicavam na série publicação IEA nessa década e na seguinte⁶¹¹. Os estudos com os óxidos de tório também prosseguem, ainda nesta década de setenta e começam a ser a usar o computador, indicando uma maior otimização dos cálculos, na procura de parâmetros teóricos mais adequados, seguindo as pesquisas no exterior⁶¹².

Não temos a intenção de comparar o que estava sendo pesquisado no Brasil e nos países avançados. Isto será deixado para um estudo posterior. Não obstante, a guisa de nos situarmos percorremos algumas publicações nacionais e internacionais na área de metalurgia, entre os anos 1968 e 1971.

Na revista Metalurgia da Associação Brasileira de Metais (revista em que os pesquisadores do IEA publicavam amplamente) observamos que os autores são provenientes das universidades e das indústrias como Mercedes Benz do Brasil, da Cosipa, da Cia Siderúrgica Belgo-Mineira, do IPT, da Poli/USP, da Usiminas, etc. Em uma dessas

⁶¹⁰ Damy de Souza Santos, Tharcísio (1969). Tratamento pirometalúrgico de elementos combustíveis planos U_3O_8 – Alumínio. Publicação IEA – 193. Separata de Metalurgia, volume 25, número 142, 1969.

⁶¹¹ Gentile, Erberto Francisco; Cintra, Sebastião Hermano Leite; Barata, Roberto. (1970). Estudo da reatividade de Dispersões h. Publicação IEA – 222. Separata da Metalurgia, volume 26, número 149, 1970. Nishioka, Isáo (1970). Influência da moagem sobre as características dos pós de UO_2 . publicação IEA -223. Separata de Metalurgia, volume 26, número 156, 1970.

⁶¹² Haydt, Heliton Motta; Cintra, Sebastião Hermano Leite; Capocchi, José Deodoro Trani; Bueno, Ricardo Pedro de Antunes. (1970). Estudo sobre propriedades e estruturas de dispersões à base de tória. Publicação IEA – 224. Apresentada no XXIV Congresso Anual da ABM, 1969. Freitas, Clauer Trench; Ayer, J. E.; Petkus, E. J. (1970). Compactação a quente de UO_2 - PuO_2 (1970). Publicação IEA -225. Separata de Metalurgia, volume 26, número 148, 1970. Bueno, Ricardo Pedro de Antunes; Nishioka, Isáo; Damy de Souza Santos, Tharcísio. (1970). Utilização de computador no cálculo de cargas e otimização do custo em forno de cuba de redução de chumbo. Publicação IEA – 227. Separata de Metalurgia volume 26, número 149, 1970. Iervolino, José Roberto; Cintra, Sebastião Hermano Leite (1971). Influência de ligas Al-Mg na obtenção de elementos combustíveis com núcleo de liga Al-U-Si. Publicação IEA – 237. Separata de Metalurgia, volume 27, número 158, 1971. Bueno, Ricardo Pedro de Antunes; Pimentel, Cecília Alvarenga; Nishioka, Isáo. (1971). Microscopia eletrônica de pós de UO_2 . publicação IEA - 238. Separata de Metalurgia, volume 27, número 162, 1971. Ambrósio Filho, Francisco; Gentile, Erberto (1971). Observação metalográfica de urânio. Publicação IEA – 240. Separata de Metalurgia, volume 27, número 163, 1971. Freitas, Clauer Trench. (1971). Compactação a quente como processo de produção em tecnologia. Publicação IEA – 247. Separata de Metalurgia, volume 27, número 166, 1971.

publicações vamos encontrar o diretor Superintendente do Grupo Gerdeau-Siderúrgica Riograndense preocupado com o parque siderúrgico brasileiro que, segundo ele, desde a sua implantação seguiu um processo de crescimento quase espontâneo, fruto de atitudes isoladas motivadas pela demanda. Gerdeau discute, ao mesmo tempo, que existe uma política governamental atenta que atende plenamente às necessidades de crescimento de oferta de energia no país.

O autor não previa, em hipótese alguma, a crise energética que estamos passando no início do século XXI. Lembremos que, nos capítulos precedentes transcrevemos a opinião do Doutor Marcello Damy de Souza Santos sobre o impacto que surgiria se chegássemos ao século XXI sem ter desenvolvido a opção nuclear dentro da nossa matriz energética. Não pesquisamos para saber se a opinião do Superintendente da Gerdeau representava a média das opiniões dos empresários dos anos setenta. O que podemos afirmar é que a revista estava aberta para a área nuclear, pois aceitava as publicações de nossos pesquisadores do IEA e de outras instituições brasileiras que trabalhavam nessa área e que publicavam intensamente.

Havia debates entre os pesquisadores e os industriais, pois estão publicados. Nesses debates constatamos queixas do setor empresarial de que não existe uma política para a área industrial, que o setor agrícola avança, mas o setor industrial é muito pouco estimulado e em particular o setor siderúrgico apresenta um desenvolvimento tímido.

Tendo em vista o que viemos explanando, desde a introdução até aqui, podemos concluir que se dava pouca importância para a área nuclear e que o meio empresarial não via a possibilidade de investir nessa área. Portanto, não era o medo da energia nuclear que impedia os investimentos nos equipamentos que sustentassem as pesquisas na área, mas a própria timidez do mercado interno.

Continuando as nossas leituras na revista Metalúrgica observamos que os trabalhos publicados na área que definimos como convencional -que não era de interesse imediato para a área nuclear - seguem o mesmo padrão dos trabalhos publicados pelos pesquisadores do IEA⁶¹³.

⁶¹³ Balanço térmico e material do alto forno, aprimoramento dos processos de fundição, processos de produção de alumínio, estudo de propriedades mecânicas, determinação de impurezas, produção de pó de ferro metálico, técnica de

Ainda, percorrendo algumas revistas internacionais, entre os anos de 1968 e 1970, vamos encontrar os mesmos tipos de pesquisas⁶¹⁴. Portanto, temos todos os motivos para uma vez mais, sob outro ângulo de análise, afirmar que as décadas de sessenta e setenta foram fundamentais para a formação da comunidade da Instituição.

Nos anos sessenta, a equipe de eletrônica⁶¹⁵ estava trabalhando e desenvolvendo pequenos equipamentos que deram suporte às principais pesquisas da Instituição, como tínhamos comentado. No entanto, está muito defasada em relação ao que é feito nos países desenvolvidos, basta pesquisar na Nuclear Instruments and Methods dos anos sessenta e setenta, uma revista da North-Holland Publishing Co. Ou seja, a nossa defasagem, nesse período, ainda está por conta do desenvolvimento de tecnologias.

Acrescentamos que neste período é sugerida uma estação de tratamento de resíduos radioativos líquidos. No trabalho⁶¹⁶ descreve-se a drenagem natural da área e as vazões anuais. Estuda-se a dispersão dos resíduos líquidos nas correntes próximas. Discute-se que vários tipos de resíduos são produzidos no presente e faz-se um prognóstico para o futuro. A instalação operava há quase dez anos. Na década de oitenta esse tipo de trabalho continua sendo realizado por outros pesquisadores da Radioproteção Ambiental e do Departamento de Rejeitos Radioativos da Instituição quando essa foi organizada pelos pesquisadores: Doutor Gian Maria A. A. Sordi, Dr. Alfonso Aquiles Suarez e o Doutor Laércio Antônio Vinhas em diferentes períodos, conforme já relatado.

Em 1967 o grupo de física nuclear começa a crescer. Os equipamentos e as tecnologias usadas nos trabalhos são mais sofisticados, os trabalhos são realizados em equipes e percebe-se uma maior organização institucional. Estes pesquisadores vieram a ocupar cargos de direção anos mais tarde, seja no próprio Instituto ou na CNEN como os seus colegas das outras áreas também o fizeram.

aquecimento industrial, efeitos de pequenas variações de umidade na sinterização de minérios de ferro, estudo de defeitos em chapas de aço, etc.

⁶¹⁴ Pesquisamos no Journal of Materials Science; Journal of Nuclear Materials.

⁶¹⁵ A eletrônica, neste período, era um serviço do IEA junto à Divisão de Física Nuclear.

⁶¹⁶ Rodrigues, José Maria Costa (1965). Waste disposal problems at the Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA – 102.

O grupo de pesquisadores em física nuclear continua durante todo o período da Instituição atuando independentemente do maior ou menor apoio que lhe é dado por parte do governo.

Quando ocorre a primeira Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Física em 1967 os pesquisadores da física nuclear, sob a direção de Marcello Damy de Souza Santos, estão presentes com seus trabalhos sendo apresentados⁶¹⁷

⁶¹⁷ Zimmerman, R.; Martins, O; Abreu, M.; Mattos C. (1964). Neutron cross section of praseodymium, ytterbium and lutetium. Publicação IEA -75. Neste trabalho ocorre a colaboração da Orquima S A que forneceu os óxidos de terras raras. Os autores agradecem ao pesquisador Achilles Alfonso Suarez pela solução de problemas técnicos e Alcídio Abrão da Divisão de Radioquímica. Fulfaro, R.; Stasiulevicius. Resolução de espectrômetro de cristal IEA e medida da ressonância do irídio ($E_0 = 0,654\text{eV}$). Wenzel, R.G.; Fulfaro, R.; Stasiulevicius, R. Determinação experimental de parâmetros característicos de cristais monocromadores de nêutrons. Mattos, Marieta C. Espalhamento paramétrico de nêutrons por íons de terras raras. Reis, Dagmar C. C.; Moura, Lais Pimenta. Características do contador 4? tipo Pill-box. Dagmar C. C.; Moura, Lais Pimenta. Sistema de contagem por coincidência 4? beta-gama (este já comentado anteriormente). , Lais Pimenta, Dagmar C. C.; Medida absoluta da atividade específica das soluções radioativas: determinação de massa e do fator de diluição. Moura, Lais Pimenta, Dagmar C. C. Comparação internacional de medida absoluta da atividade específica de duas soluções de Co-60. Dagmar C. C.; Moura, Lais Pimenta. Medidas absolutas de atividades pelo método de coincidência 4? beta-gama. Resultados da comparação internacional de medidas de soluções de Co-60 (este já foi comentado anteriormente). Amaral, Lia Q.; Vinhas, L. A.; Rodrigues Claudio; Herdade, S. B. Resolução e calibração de um espectrômetro de tempo de voo que utiliza um obturador para nêutrons lentos. Amaral, Lia Q.; Rodrigues, Claudio; Herdade, S. B.; Vinhas, L. A. Arranjo experimental para estudos de sólidos e líquidos através do espalhamento inelástico de nêutrons lentos. Vinhas, L. A.; Herdade Silvio b.; Rodrigues, Claudio; Amaral, Lia Q. Medida de secção de choque total do ferro policristalino para nêutrons lentos. Rodrigues, Claudio, Vinhas, Laercio A.; Herdade, Sílvia b.; Amaral, Lia Q. secção de choque total para UO_2 para nêutrons lentos Herdade, Silvio Bruno. Estudo da rotação de grupos CH_3 em moléculas pela medida da secção de choque total para nêutrons lentos. Leser, Júlio; Zimmerman, R. I. Espalhamento de nêutrons lentos no chumbo. Parente, Carlos B. R. Ajuste do cristal monocromador do difratômetro de nêutrons do Instituto de Energia Atômica. Parente, C.B. R.; Harada, K.; Hoishi, Y. Wenzel, R. G. determinação do comprimento de onda do feixe monocromático e correção no ângulo de espalhamento da amostra num difratômetro de nêutrons. Harada, K.; Parente C.B.R.; Koishi, Y. Estudo da resolução e intensidade de um difratômetro de nêutrons. Maffra, Olga Y.; Bianchini, Fernando G. Câmara de fissão de múltiplas placas paralelas (já comentado anteriormente). Coutinho, Francisco A. B., Suarez, Achilles. Sobre a forma das linhas de conversão internas observadas em espectrometria beta. Blackin, A.; Suarez, Achilles. Estudo dos elétrons de conversão interna do ^{162}Dy obtidos através da reação (n,e^-) . Suarez, A. A. ; Egidy, T. V.; Kaiser W.; Mahlein, H.F.; Jones, A. Elétrons de conversão do ^{188}Re após captura radioativa de nêutrons. Suarez, A. A.; Coutinho, F. A. B. Representação para o cálculo de aberrações de segunda ordem em óptica de partículas para campos magnéticos homogêneos ($n=1$). Antman, S.; Pettersson, H. Estudos do decaimento do ^{62}Zn . Ainda uma pesquisa do grupo de radiobiologia esteve representada nesse encontro: Abreu, M. A. N.; Kieffer, Júlio. Emprego de detectores de estado sólido na determinação quantitativa de misturas de radionuclídeos em materiais biológicos. Publicação IEA - 152 em 1967. Na Física Nuclear outros trabalhos estão sendo realizados. Citamos: Bianchini, F. G.; Abreu, M.; Amaral, Lia Q.; Martins, O.W. (1964) IEA neutron velocity selector theory and calibration. Publicação IEA - - 78. “um seletor de velocidade, construído no Instituto de Energia Atômica (IEA), foi instalado em frente a um canal de irradiação tangencial, do reator tipo piscina do IEA”. Mesma publicação, página 01. Brenner, Raul; Zimmerman, I (IAEA visiting scientist, on leave from Case Institute of Technology, Cleveland, Ohio, USA) (1964) Neutron velocity selector of the Instituto de Energia Atômica . mechanical design and electronic control. Publicação IEA - 76. “Foi construído no IEA, um seletor de velocidade para nêutrons, tipo Fermi, a fim de eliminar reflexões de ordem superior num monocromador de cristal e também tendo em vista experiências nas quais é necessário um feixe de nêutrons lentos de alta intensidade. (...). Apresenta-se o seu projeto mecânico, acrescentando-se algumas considerações quanto ao projeto dos rolamentos. É descrito o sistema automático de controle de velocidade (...)”. Mesma publicação à página 01. Fulfaro, R. (1971) total neutron cross section and effective absorption coefficient of a Ge(Li) single crystal. Publicação IEA - 235. Borgonovi, G. M.; Fulfaro, R.; Imakuma, K.; Rodrigues, C.; Vinhas, L. (1972). Thermal diffuse scattering of X-rays. Publicação IEA 260. Report written by G. M. Borgovoni on leave from Gulf Radiation Technology, California. Bianchini, F. A. (1972). Nuclear elastic and inelastic scattering of iron capture gamma rays from lead. Publicação IEA - 267. Leme, M. P. T.; Renner, C.; Cattani, M. (1972). Determination of the decay constant for spontaneous fission of ^{238}U . publicação IEA - 269. Separata do Nuclear Instruments and Methods, volume 90, 1971. Rodrigues, C.; Amaral, L. Q. do; Vinhas, L. A.; Herdade, S. B. (1972). Proton motions in methanol by cold neutron scattering. Publicação IEA - 273. Separata de Journal of Chemical Physics, volume 56, número 6, 1972. Nesta época o professor Damy já tinha saído do IEA e encontrava-se dirigindo Divisão de Física Nuclear o professor José Goldemberg. A Divisão de Engenharia Química estava sob a chefia do professor Alcídio Abrão.. Também tinha sido criada uma Divisão de Operação e Manutenção de Reatores que estava sob a chefia do Engenheiro Azor Camargo Penteado Filho. A Divisão de Ensino e

O Doutor Vinhas descreve com muita clareza o clima que havia na época⁶¹⁸: Reproduzimos o depoimento, pois é como se estivéssemos vivenciando o que se passava na instituição.

“Em 1965, a Divisão de Física Nuclear, chefiada pelo Professor Marcello, (Damy de Souza Santos) atuava em três grandes áreas: Metrologia Nuclear, onde trabalhavam a Laís e a Dagmar, Física Nuclear com os especialistas na detecção de gamas e elétrons como o Bianchini, o Abreu, a Olga (Mafra) e o Achilles, (Alfonso Suarez) e a parte de nêutrons com o Fulfaro (Roberto) (responsável pelo Espectrômetro de Cristal para nêutrons e por medidas de secção de choque total para nêutrons na faixa da energia térmica), o Silvio e a Lia, onde fomos trabalhar o Cláudio”(Rodrigues, atual superintendente do IPEN), o Angel, o Parente e eu⁶¹⁹”.

Ainda o Doutor Vinhas nos confirmou que no Grupo chefiado pelo Silvio, o Parente e o Angel ficaram encarregados da construção do difratômetro de nêutrons, o Cláudio e o próprio Doutor Vinhas formaram um grupo com a Lia, com assessoria de um físico americano, Robert Lee Zimmerman que trabalhava no ITA, para trabalhar na área de nêutrons lentos e suas aplicações no estudo da matéria condensada, em particular pela técnica de espalhamento inelástico de nêutrons.

“Cláudio e eu ficamos encarregados da construção de um “chopper” para nêutrons lentos e a construção do equipamento Filtro de Berílio – Espectrômetro de tempo de voo. Minha primeira tarefa foi calcular as dimensões ideais do filtro de berílio e projetar o criostato para sua refrigeração à temperatura do nitrogênio líquido, e ao mesmo tempo trabalhar na construção do “chopper”⁶²⁰.

Em 1965 o Doutor Vinhas, fez o curso de especialização em Ciências e Engenharia Nuclear, um curso de mestrado “lato sensu” ministrado em cooperação com a Escola Politécnica da USP, com carga horária de mais de 1.400 horas de aula, com disciplinas cobrindo praticamente toda a área nuclear, como: Física Nuclear, Física de Nêutrons, Interação da Radiação com a Matéria, Física de Reatores, Análise de Reatores, Cinética de Reatores, Metalurgia Nuclear, Ciclo do Combustível, Termodinâmica, Eletrônica Nuclear, Proteção Radiológica e Cálculo de Blindagens. Esse curso viria se transformar quando da

Formação estava sob a chefia do Doutor Rui Ribeiro Franco. A CNEN estava sob a chefia do professor Doutor Hervásio Guimarães de Carvalho.

⁶¹⁸ Depoimento do Doutor Laércio A. Vinhas por e-mail.

⁶¹⁹ Depoimento do Doutor Laércio A. Vinhas.

⁶²⁰ Depoimento do Doutor Laércio A. Vinhas.

criação do sistema de pós-graduação no País, na pós em Ciência e Tecnologia Nuclear dentro do programa de pós da Poli.

“A partir de 1966 quando ficou pronto o “chopper”, instalamos um espectrômetro de tempo de voo para medir secções de choque totais na região de nêutrons lentos e frios, e começamos a realizaras primeiras pesquisas estudando sólidos policristalinos e líquidos hidrogenados. Começamos, também, a publicar os primeiros trabalhos. Os autores desses trabalhos eram os integrantes do Grupo (Silvio, Lia, Cláudio e eu). No final de 1966, inscrevi-me para o doutorado sob a orientação do Professor Marcello Damy que além das atividades no IEA, estava envolvido na criação do Instituto de Física da UNICAMP. No final dos anos 60, se não me engano, 1969, depois de um desentendimento com o Pieroni, o Damy deixou o Instituto para trabalhar exclusivamente na UNICAMP. Desse modo, eu e vários colegas demos continuidade ao nosso programa de doutorado naquela universidade⁶²¹”.

O Doutor Laércio Vinhas defendeu a tese e obteve o título de Doutor em Ciências – Física Nuclear em 08 de outubro de 1970, com 27 anos de idade.

“Em 1969, conseguimos concluir a construção de mais um equipamento (...) – espectrômetro de tempo de voo e iniciamos as pesquisas sobre dinâmica molecular por meio do espalhamento inelástico de nêutrons lentos⁶²²”.

Ainda o Doutor Vinhas nos esclareceu que em 1969, o Professor José Goldemberg assumiu a chefia da Divisão de Física Nuclear, ao mesmo tempo em que era Diretor do Instituto de Física da USP. Nesse período, houve uma reorganização da Divisão, todos que trabalhavam com nêutrons foram reunidos num único grupo.

“Desse modo o Fulfaro, com espectrômetro de cristal para nêutrons, passou a fazer parte do Grupo. No final de 1971, o Cláudio deixou o Grupo para trabalhar com espectrometria de massa e dar início à Área de Processos Especiais do IEA⁶²³”.

Quando pesquisamos na revista Nuclear Physics, outra publicação da North-Holland Publishing Co, nos anos sessenta verificamos que os países mais avançados estão pesquisando nos mesmos temas que os nossos pesquisadores do IEA (seção de choque, reações nucleares, interação da radiação com a matéria etc).

⁶²¹ Depoimento do doutor Laércio A. Vinhas.

⁶²² Depoimento do Doutor Laércio A. Vinhas.

⁶²³ Depoimento do Doutor Laércio A. Vinhas.

Um dos pesquisadores desse período é o Doutor Carlos Benedicto R. Parente um dos importantes pesquisadores do IPEN na área de física nuclear que não exerce cargos de chefia e dedica-se até hoje à pesquisa.

O Doutor Parente⁶²⁴ se tornou físico por opção pessoal, pois desde menino era interessado na área de ciências físicas e químicas segundo seu relato em 15/04/2004. Ele nos relatou que enquanto estudante construiu um pequeno laboratório onde construiu alguns aparelhos. Comprava a vidraria e realizava algumas experiências. Produzia reações químicas, fabricava vários sais, etc. Mandava fazer nas oficinas do seu pai que trabalhava com luminosos a vidraria para evaporação e condensação. Retratar essa experiência de um adolescente para mais uma vez focalizar o atrativo pelo nome ciências em muito dos nossos pesquisadores. Teríamos muitos outros para relatar, mas como já observamos não teríamos como reproduzir aqui todos os depoimentos por absoluta falta de tempo. A nossa intenção é ao reproduzir alguns depoimentos retratar o clima da Instituição.

Essa experiência de adolescente se revelou importante quando o Doutor Parente construiu o primeiro difratômetro de nêutron do IEA. Atualmente, está sendo novamente responsável pelo novo difratômetro do IPEN.

“Entrei no IEA em 1965 (...), sofriamos todos aquela rigidez de horário e outras coisas. Era empregado do IEA. É uma queixa pessoal, pois perdi uns seis meses de contratação no IEA⁶²⁵. Entrei na antiga Divisão de Física Nuclear. No entanto, não entrei para fazer física nuclear. Naquela época estava por aqui um pesquisador de Los Alamos e o professor. O professor Marcello Damy de Souza Santos tinha um projeto que tinha sido aprovado na AIEA que se chamava Nêutron difractometer. Então esse projeto contava com instrumentação e a vinda desse expert. Tinha um outro colega e nós deveríamos fazer o difratômetro. Não entendia nada do assunto. O expert de Los Alamos me passou como fazia um colimador, como deveria ser o difratômetro e o meu colega ele aos três meses de IEA resolve que vai ser analista de sistema, que era uma profissão importante na época e fiquei sozinho. Interessante é que peguei uma prancheta e comecei a desenhar. O expert foi embora e não desvalorizando suas informações ele me passou muito pouco. Tive que usar a capacidade que adquiri quando criança. (...). o chefe da Divisão era o Silvio Bruno Herdade⁶²⁶”..

A imaginação humana é beneficiada pela educação e formação do indivíduo. O Doutor Parente com algumas informações básicas e, logicamente, esforço pessoal conseguiu desenhar o aparelho básico. Ficou inicialmente conhecido como um desenhista no lugar de

⁶²⁴ O Doutor Parente entrou no Instituto em 1965.

⁶²⁵ Entrou em abril de 1965 e foi registrado como novembro de 1965.

⁶²⁶ Entrevista gravada com o Doutor Carlos Benedicto R. Parente, em 15/04/2003.

um físico. Isso retrata a persistência e continuidade de propósitos tão debatida por nós e que vai gerar seus frutos anos mais tarde e, portanto, não pode ser considerada como perda de tempo. Lembremos que na época ainda não se contava com a maravilha dos programas de desenho que temos hoje em dia. O Doutor Parente relata que estando pronto o projeto contaram com a ajuda de várias firmas brasileiras e entre elas cita a Mecânica Jaguaré que fez o cilindro da blindagem principal, mas muitas coisas foram feitas no próprio IEA como os colimadores, por exemplo, e outras foram enviadas pela AIEA como os módulos eletrônicos e os cristais.

O grupo de Radiobiologia também está muito ativo em cooperação com a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e com o Hospital das Clínicas de São Paulo. Todas essas pesquisas reforçam as análises anteriores realizadas nos capítulos precedentes⁶²⁷.

⁶²⁷ Pieroni, R. R.; Kieffer, J.; Coelho, A.; Wajchenberg, B. L.; Nicolau, W.; Luthod, W. W.; Bloise, J.; Gnecco, O; Machado, M. M.; Toledo, A.; Roda, J. C. da; Cintra, A. B.; Barbério, J. C. (1963). Uso Del I-131 em propedêutica tireóidea. Publicação IEA – 73. Nicolau W. (Hospital das Clínicas); Coelho Neto, A. S.; (Hospital das Clínicas); Toledo, A. C. (Hospital das Clínicas); Pieroni, Rômulo Ribeiro; Cintra, A. B. Ulhoa. (1964). Estudo cromatográfico dos compostos iodados no sangue da veia tireoideana, colhido intraoperatoriamente em 4 casos de bócio simples esporádico. Publicação IEA – 90. Medeiros Neto, Geraldo A. (Hospital das Clínicas); Assis, José Lamartine de (Hospital das Clínicas); Pieroni, Rômulo Ribeiro; Nicolau, Willian (Hospital das Clínicas). Publicação IEA - 91. Publicado na Revista da Associação Médica, volume 10, número 10 em 1964. Medeiros Neto, Geraldo A.; Assis, L. M.; Nicolau, Willian; Coelho Neto, A. S.; Luthold, W.; Monte Negor, J. L.; Pieroni, R. R. (1965). Congenital and Juvenile hypothyroidism due to thyroid dysgenesis. (1965). Publicação IEA – 113. Strufaldi, Bruno; Engelstein, Emílio; Mitta, E. A.; Barbério, José Carlos. (1965). Determinação de impurezas radioativas em compostos marcados com iodo-131 pelo emprego da cromatografia em camadas delgadas. Publicação IEA – 120. Lébron, J. C. (1966). Centeleografo automático para diagnóstico médicos por meio de isótopos radioativos. Publicação IEA – 127. O autor estava estagiando no Brasil e relata que os primeiros trabalhos com radioisótopos realizados no seu país (Paraguay) ocorreram depois de um curso ministrado por Rômulo Ribeiro Pieroni. Kieffer, Julio; Laudanna, Atílio; Rueda, Roberto; Zancaner, Wilson; Pieroni, Rômulo Ribeiro; Almeida, Ary Lopes. (1966). Radioisótopos em propedêutica hepática. Publicação IEA – 135. Kieffer, Júlio; Thom, Aneliese F.; Coelho Neto, Antonio; Zancaner, Wilson; Pieroni, R. R.. (1967). Diagnostic value of achilles tendon reflex in thyroid diseases. Publicação IEA – 137. Liberman, Bernardo; Wajchenberg, Bernardo Léio; Pieroni, R. R. (1967). Water and electrolyte metabolism in adrenal and pituitary insufficiency II. Effect of gluco and mineralocorticoid adrenal steroids on sodium metabolism, with special reference to exchangeable sodium. Publicação IEA -140. Iomonaco, D. A.. (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto); Oliveira, H. L. (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto); Kieffer, J.; Pieroni, R. R.; (1967). Abnormal Regulation of Thyroid Function in patients with chronic Chaga's disease. Publicação IEA – 153. Maspes Victorio (Hospital das Clínicas); Gnecco Oswaldo (IEA); Nogueira, Durval; Mazzei (Faculdade de Bioquímica da USP); Jamra, Michel (Hospital das Clínicas); Leal, Aurora (Hospital das Clínicas) (1967). . Estudo comparativo das formas de vitamina B 12 em relação aos níveis plasmáticos e ao ritmo de excreção. Publicação IEA - 168. Os autores agradecem a Merck, Sharp & Dohme pelo auxílio prestado. Medeiros Neto, G. A. (Fellow in radiological research of the James P. Foundation); Nicolau W.; Kieffer, J.; Pieroni, R. R. (1967). Insoluble iodoprotein in thyroid nodules. Publicação IEA – 169. Apresentado ; 5th international Thyroid Conference; Roma. Medeiros Neto, Geraldo A.; Nicolau, Willian; Kieffer, Júlio; Cintra, A. B. Ulhoa (1968). Thyroidal iodoproteins in pendred's syndrome. Publicação IEA – 177. Reprinted from the Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, volume 28, número 8, 1968. Wajchenberg, B. L. (Hospital das Clínicas); Leme, C. E.; Kieffer, Júlio; Pereira, V. G. (1969). Effect of dexamethasone on citrate metabolism. Publicação IEA - 181. Separata da: Cínical Science volume 36, 1969. este trabalho foi financiado pela: Merck Sharp & Dohme laboratories.. Wajchenberg, Bernardo Léio; Pereira, Virgílio Gonçalves; Kieffer, Júlio; Ursic Silvio (1969). Effect of dexamethasone on calcium metabolism and ⁴⁷Ca kinetics in normal subjects. Publicação IEA – 182. Separata da; Acta Endocrinológica, volume 61. Nicolau, Willian (Hospital das Clínicas); Muramoto, Assis Lício Marques (Hospital das Clínicas); Cintra, Antonio B. Ulhoa (Faculdade de Medicina da USP); Pieroni, R. R. (1969). Método de dosagem do ácido 3metoxi-4- hidroximandélico na urina por técnica cromatográfica monodimensional. Publicação IEA – 187. Separata da Revista: Associação Médica Brasileira, volume 15, número 5, 1969. Nicolau, Willian; Muramoto, Emiko; Assis, Lício Marques; Rômulo, R.; Cintra, Antônio B. Ulhoa. (1969). Determinação dos valores de excreção urinária em VMA em indivíduos normais e em portadores de doença hipertensiva arterial essencial. Estudos comparativos com níveis obtidos em pacientes com neoplasias do tecido cromafínico. Lomba, Maurício Gomes; Brazil, Oswaldo Vital; Kieffer, Júlio; Barbieri, José Carlos. (1969). A biosynthetic method for labelling snake venoms.

Infelizmente essa linha de pesquisa foi uma das que não prosseguiu na instituição e já tivemos ocasião anteriormente de comentar, mesmo assim ela persiste ainda na década de setenta.

“Testes de infusão de cálcio foram realizados em 8 indivíduos normais, 4 pacientes com a síndrome de Cushing e 4 indivíduos normais recebendo dexametasona. Os pacientes, sob a ação de um excesso de glicocorticóide, retém significativamente mais cálcio ou tem menor excreção deste elemento do que os controles normais, no dia da infusão, por aumento da reabsorção tubular renal do cátion. A queda normal na excreção de fósforo após a indução da hipercalcemia indica a persistência da ação supressora da paratiróide ou também de liberação de tireocalcitonina⁶²⁸”.

Publicação IEA -189.. Publicação IEA – 188. Nicolau, Willian; Muramoto, Emiko; Assis, Lício Marques; Pieroni, R. R.; Cintra, Antonio B. Ulhôa. (1969). Estudo da excreção urinária em VMA em indivíduos normais e em pacientes portadores da doença hipertensiva arterial essencial, submetidos a um estímulo hipoglicemiante. Publicação IEA – 195. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 15, número 7, 1969. Wajchenberg, B.; Nakasone, K.; Pasternak, K. (1970). effect of short-term tolbutamide treatment on insulin dynamics in newly diagnosed obese and non-obese adult diabetics. Publicação IEA -197. Reprinted from Hormone and Metabolic Research, volume 2, número1,1969. Medeiros Neto, Geraldo A. de; Nicolau, Willian; Cintra, A. B. Ulhôa.(1969). Síndrome de Pendred: estudo clínico e bioquímico do quadro de desmorfogênese tireoidiana associado à surdo-mudez congênita. Publicação IEA - 198. trabalho laureado pela Associação de Medicina com o prêmio ‘ Diogo de Farias’ de 1968. Nicolau, Willian; Assis, Lício Marques; Kieffer, Júlio; Pieroni, R. R.; Gnecco, O; Coelho Neto, A. S.; Bloise, W.; Luthold, W.; Ravaglia, C.; Montenegro, J. L. B.; Cintra, A. B. Ulhôa. (1969). Trabalho laureado com o Prêmio “ Diogo de Farias” de 1969 pela Associação Paulista de Medicina. Kieffer, J.; Medeiros Neto, G.. A.; Rueda, R.; Pieroni, R. R.; Coelho Neto, A.; Camposino, I. L.; Cintra, A. B. U. (1965). Perchlorate test in hyperthyroid patients treated with radioactive iodine. New engl. J. Med. 273: 1326-1327, 1965. Assis, Lício Marques de; Nicolau, Willian; Salomon, João Bosco; Cintra, Antonio Barros de Ulhôa; Pieroni, R. R (1969). Immunobiological studies in cases of insulin-resistant diabetes successful corticoid therapy in one case with progressive acidosis without detectable circulating antibodies. Antidiuretic effect of chloronopamide in another case with associated diabetes insipidus. Publicação IEA – 200. Revista da Associação Médica Brasileira, volume 16, número 1, Nicolau, Willian; Assis, Lício Marques de (1969). Catecolaminas; síntese, metabolismo e ações. Publicação IEA - 201. Separata da Revista do Hospital das Clínicas de São Paulo. Melo, S. C.; Podelch, P. S.; Barbério, J. C. (1969). Controle radioquímico de radiofármacos – cromatografia em camada delgada. Publicação IEA – 204. Medeiros Neto, Geraldo A.; Lobo, Luiz Carlos Galvão; Nicolau, Willian. (1970). Endemic Goiter in Brazil. Publicação IEA – 215. Medeiros Neto, Geraldo A.; Nicolau, W.; Cintra, A. B. Ulhôa. (1970). Studies on the concentration of particulate iodoprotein RNA and DNA in normal and endemic goiter glands. Publicação IEA -216.

⁶²⁸ Wajchenberg, Bernardo Léo (1970). Urinary calcium and phosphorus homeostasis in hypercortisolism. Evaluation by means of calcium infusion test. Publicação IEA - 228. Reprinted from the Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, volume 31, número 3,1970. Ferraz, Alberto R. (1971). Índice diagnóstico numérico para caracterização funcional de pacientes portadores de nódulos tireoideanos autônomos. Publicação IEA – 234. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 17, número 12, 1971.b.; Wajchenberg, B. L.; Moher, e. F. (1971). Exchangeable potassium in states of adrenocortical dysfunction and in induced hypercortisonism. Publicação IEA – 244. Reprinted from European Journal of Clinical and Biological Research, volume XVI, 1971. Maksoud, João Gilberto; Thom, Anneliese Fischer; Kieffer, Júlio; Pinto, Virgílio A. Carvalho. (1972). Fecal excretion of rose bengal 131 I in the diagnosis of obstructive jaundice in infancy with special reference to biliary atresia. Publicação IEA - 266. Separata de Pediatrics, volume 48, número 6, 1971. Nicolau, Willian; Assis, Lício Marques; Muramoto, Emiko; Ikeda, Etsuko; Pieroni, R. R.; Cintra, A. B. de Ulhôa.(1972). Análise compartimental do iodo em indivíduos normais e hipertireoideanos. Publicação IEA - 272. Separata da Revista Acta Endocrinológica Pan-americana, volume 3, número 1, 1972. Thom, Anneliese Fischer; Pieroni, R. R; Kieffer, Júlio. (1972). Adaptação da técnica do perfil radioativo à semiologia das afecções do canal raqueano da medula e de seus envoltórios. Parte I. Descrição, características e desempenho do sistema de detecção e varredura. Publicação IEA -280. Kieffer, Júlio. (1970). Descrição , características e desempenho de um protótipo de contador de corpo inteiro para uso clínico. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina da USP. 1970. Thom, Anneliese Fischer; Pieroni, R. R; Kieffer, Júlio. (1972). Adaptação da técnica do perfil radioativo à semiologia das afecções do canal raqueano da medula e de seus envoltórios. Parte II. Aplicação à investigação clínica e básica. Publicação IEA - 281. Ferraz, Alberto R.; Kieffer, Júlio; Medeiros Neto, Geraldo A.; Toledo, Anísio Costa; Pieroni, R. R.; Bartos, Eurico da Silva 1972). Conceituação patológica e história natural dos nódulos tireoideanos. Publicação IEA - 282. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 18, número 7, 1972. Muramoto, Emiko; Nicolau, Willian; Ikeda, Etsuko; Assis, Lício Marques de; Pieroni, R. R. (1973) Padronização do método radiobiológico para estimativa do estimulador tireoideano de ação prolongada (LATS) no soro humano. Publicação IEA – 283. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 18, número 10, 1972. Podlech, Pablo A. Sanchez; Borzani, Walter. (1973). Oil drop size distribution in hydrocarbon-water system. Publicação IEA -

Observamos que os trabalhos são realizados, na sua maioria, em equipes e que os autores são sempre os mesmos. Dado o pequeno número de pesquisadores da Instituição, isto representava um esforço adicional na ânsia de produzir. Ao analisarmos os temas dos trabalhos, constatamos que eles estavam encadeados com um propósito coerente, não sendo tímidos, nem dispersos e muito menos fragmentados.

Embora a FAPESP só venha a participar, ativamente, financiando as pesquisas do IPEN anos mais tarde, sobretudo após a década de oitenta, já existia alguma participação desse órgão de fomento nas pesquisas do IEA. Quanto à Fundação Rockefeller, mesmo não tendo participado com financiamentos das pesquisas no IEA, atuou esporadicamente enviando equipamentos para que as pesquisas pudessem ser feitas.

Outra área de pesquisa que se fortalece nessa década é a da engenharia nuclear, já com o professor Alcídio Abrão na frente dos trabalhos⁶²⁹

Em 1965, o Doutor Alcídio estava na Radioquímica, mas trabalhava com os elementos de interesse para o ciclo do combustível. Sabendo-se da gestão centralizadora do Doutor Pieroni, acreditamos que esses trabalhos estavam dentro de um plano mais amplo ao menos para os pesquisadores da casa; muito embora não tivessem apoio explícito daquela corrente de militares que detinha o poder político do país. Abrão em 1965 está publicando:

“Estudou-se o comportamento termogravimétrico dinâmico dos vários compostos de urânio produzidos no IEA. a pirólise destes compostos ao ar e a análise do termograma respectivo possibilita o estudo comparativo dos mesmos. (...) É possível pela inspeção das curvas termográficas, dizer se um diuranato de amônio foi obtido a partir da precipitação de uma solução de nitrato ou sulfato de uranila. Os termogramas mostram também a tendência de um certo óxido UO_2 (proveniente da redução de DUA por hidrogênio ou da redução de U_3O_8 por hidrogênio) ser pirofórico (...) a análise dos mesmos possibilita a determinação do conteúdo de urânio total através do ganho de massa (...)⁶³⁰”.

284. Separata de Biotechnology and Bioengineering, volume XIV, página 43-59 (1972). John Wiley & Sons. Almeida, Maria Aparecida T. Marcílio de; Moraes, Sérgio de; Barbério, José Carlos. (1973). Determinação indireta de iodo em compostos orgânicos por espectrometria de absorção atômica. Publicação IEA – 285. O instrumento usado para a técnica de medida foi um modelo Jarrel-Ash série 82.360. A microbomba de níquel foi construída nas oficinas do IEA.. Os autores agradecem a colaboração do Doutor Alcídio Abrão. Souza, Iracélia Torres Toledo EW Higa, Olga Zazuco; Wajchenberg Bernado Léo; Pinto, Heidi, Pieroni, R. R. (1973). Aplicação do método do radioimunoensaio na dosagem da insulina no plasma humano. Higa, Olga Zazuco; Souza, Iracélia Torres de Toledo e; Wajchenberg, Bernado Léo; Pinto, Heidi; Pieroni, R. R. (1973). Avaliação do método de radioimunoensaio na dosagem do hormônio de crescimento no plasma humano. Publicação IEA –290.

⁶²⁹
⁶³⁰ Abrão, Alcídio (1965). Thermogravimetric behavior of some uranium compounds – application to O:U ratio determination. Publicação IEA –105.

Em 1966, o prédio e os laboratórios da Engenharia Química (ver iconografia) ficam prontos e instalados, portanto os trabalhos recomeçam. Em 1968 conclui-se a usina piloto de purificação de urânio que entra em operação rotineira em 1969. Estamos no governo de Arthur da Costa e Silva que é substituído pela junta militar quando adoece - em pleno regime militar que viria, posteriormente, como todos sabemos, a apoiar os projetos da construção das usinas de Angra (09/06/1969 foi assinado um Acordo de cooperação Científica e Tecnológica entre o Brasil e a Alemanha).

Em 1968, Abrão encontra-se na Engenharia Química já como seu chefe, mas continua trabalhando na pesquisa e publicando.

“A determinação do conteúdo de boro em urânio e seus compostos destinados ao uso em elementos combustíveis é de extrema importância porque êle é um elemento de elevada secção de choque para nêutrons, interferindo sèriamente na economia dos mesmos⁶³¹”.

Pesquisas e trabalhos⁶³² estão sendo realizados e estão coerentes com a linha adotada pela Instituição. A Engenharia Química e a Metalurgia Nuclear respondem, uma à outra, como o primeiro violino e os seus parceiros numa orquestra bem entrosada⁶³³. Outros pesquisadores estão surgindo com o enorme crescimento ocorrido na década de setenta⁶³⁴

⁶³¹ Federgrün, Ludmila; Abrão, Alcídio.(1968). Determinação espectrofotométrica de boro em urânio, alumínio e magnésio; extração de tetrafluoreto de monometiltionina. Publicação IEA –165. Apresentado na XIX Reunião Anual da SBPC, 1967.

⁶³² Abrão, Alcídio; Tamura, Harko. Routine radiometric determination of uranium by gamma-ray spectrometry. Publicação IEA – 170. Apresentado na XIX Reunião Anual da SBPC, em 1967. Corrêa, Heleno S.; Costa, Eduardo C. (1969). Dry-way preparation of thorium tetrafluoride. Publicação IEA - 185. Ribas, Antonio G.S.; Abrão, Alcídio. (1970). Estudos de sorpção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio. Parte I. Fixação seletiva do tório. Publicação IEA - 209. Ribas, Antonio G.S.; Abrão, Alcídio. (1970). Estudos de sorpção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio. Parte II. Efeito do EDTA na descontaminação do tório. Publicação IEA -210. Tomida, Elisa Kiyoka; Abrão, Alcídio.(1970). Determinação Radiométrica de tório em monazita. Publicação IEA – 213. Abrão, Alcídio. (1970). Chromatografic separation of protactinium from thorium: a protactinium – 234m and protactinium – 234 generator. Publicação IEA -214. Abrão, Alcídio. (1970) Chromatografic separation and concentration of thorium and rare earths from uranium using alumina- hydrofluoric acid. Preparation of carrier – free radiothorium and tribution to the fission rare earths. Publicação IEA – 217.

⁶³³ “Os autores agradecem ao Laboratório Analítico da Divisão de Engenharia Química, do Instituto de Energia Atômica, pela execução de todo o trabalho analítico. Agradecimentos são também devidos à Divisão de Metalurgia Nuclear pela análise granulométrica do diuranato de amônio utilizado” . Corrêa, Heleno S.; Costa, Eduardo C. (1970) Redução do diuranato de amônio com NH₃ anidro. Publicação IEA 207.

⁶³⁴ Deppe, Alzira Lourenço; Lordello, Antonio Roberto. (1970). Determinação espectrográfica de háfnio em zircônio. Publicação IEA – 208. Deppe, Alzira Lourenço; Lordello, Antonio Roberto. (1971). Análise espectrográfica semiquantitativa de impurezas correntes em compostos de urânio. Publicação IEA – 246. França Jr. J. Monteiro .(1971) Estudo comparativo entre os rendimentos dos processos de purificação de urânio por troca iônica e por extração com solvente em colunas pulsadas na preparação de urânio nuclearmente puro. Publicação IEA – 249. Ikuta, A; Costa, E. C. (1972). An experimental approach to the optimization of solvent extraction processes. Publicação IEA – 270. Publicado em: Materials Technology, Mexico City, 24-27, 1970. Brown, A. E. P.; Costa, Calmon. (1972) Processing of a uraniferous zirconium ore. Publicação IEA –274. Apresentado em: Symposium on the recovery of uranium from its ores

“Os primeiros estudos para a instalação de uma unidade piloto para purificação de urânio baseada no fenômeno de troca iônica foram iniciados na Divisão de Radioquímica (DRQ) do IEA, sob orientação do Prof. Dr. Fausto W. de Lima, em 1959. Após os estudos preliminares, feitos em escala de laboratório, seguiu-se a instalação e operação de uma planta piloto, que entrou em funcionamento em 1960 e continuou até 1963, quando teve sua primeira etapa encerrada, tendo preparado aproximadamente 4 toneladas de diuranato de amônio (DUA) de elevada pureza. Êste diuranato de amônio foi transformado em dióxido de urânio (UO₂) pela divisão de Metalurgia Nuclear (DMN) do IEA. Êstes elementos combustíveis foram empregados na construção de uma unidade sub-crítica atualmente instalada no Instituto de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife. Cumprida a primeira etapa de sua existência, esta planta piloto fôra desmontada, com a devida autorização da CNEN. Com o término do prédio da DEQ, em dezembro de 1966, seguido da instalação de seus novos laboratórios, ficou devidamente acertado que esta divisão do IEA deveria retomar os estudos de purificação de urânio, para o que se tornava necessária a instalação de uma nova planta piloto, usando os conhecimentos já adquiridos pelo processo descrito e então patenteado pela CNEN. Recebendo os estímulos da CNEN, através da pessoa do então presidente professor Uriel da Costa Ribeiro, e, animados pelo senhor Diretor do IEA, prof. Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni, foi retomada a iniciativa da instalação da nova planta piloto, cujo dimensionamento e instalação estiveram a cargo do Engenheiro J. M. França Jr. (...). A planta piloto de purificação de urânio por troca iônica mostrou que o processo poderá ser aplicado em escala industrial, podendo o ciclo completo das etapas de purificação ser realizado em 8 horas de trabalho⁶³⁵”.

and other sources, organized by the International Atomic Energy Agency, 1970. Chierice, Gilberto Orivaldo. (1972). Determinação do coeficiente de difusão do ácido oxálico em meio sulfúrico. Publicação IEA - 275. Apresentado na Primeira Reunião Latino –Americana de Eletroquímica em 1972.

⁶³⁵ Abrão, Alcídio; França Jr, José Monteiro. (1970). Usina piloto de purificação de urânio por troca iônica em funcionamento no Instituto de Energia atômica. Publicação IEA - 219. Nesta publicação podemos constatar o que viemos falando até agora, a indústria nacional quando chamada a participar e tendo competência para fazê-lo torna-se uma excelente parceira da Instituição assim como vários setores colaboram para o projeto. “Os autores desejam externar seus agradecimentos (...), Metalurgia Conger Ltda, de Piracicaba que construiu o equipamento em aço inoxidável e que tem prestado assistência (...); a Promontial que executou os serviços de montagem; a Honeywell Contrôles Ltda pela instalação do instrumental de controle, a Administração da Produção da Monazita pela solicitude (...) oferecendo seus serviços inclusive de laboratório. ao Departamento de Fiscalização de Material Radioativo da CNEN pelo fornecimento do concentrado de urânio; ao setor de Química Analítica da DEQ (IEA) queremos agradecer a Dra. Ludmila Federgrün (...) pelo enorme número de determinações realizadas; a Dra. Berta Floh pelas numerosas determinações fluorimétricas de urânio; a Sra. Harko Tamura e Srta. Elisa K. Tomida pelas numerosas determinações radiométricas de urânio, tório e relação Th/U. ao Laboratório de Espectrografia ; a Sra. Alzira Lourenço Deppe e ao Sr. Roberto Lordello, pelas análises espectrográficas das impurezas dos diuranatos de amônio. ao Laboratório Técnico, a Sra. Jurany Barranqueiro pela colaboração (...). Na planta piloto (...) Engenheiro Adelino Cussiol Filho, Engenheiro Israel Gochnarg e ao engenheiro José Adroaldo de Araújo e a dedicação dos auxiliares Amado Tobias de Andrade, Fuad Souza Cury, João Galvanese e Oswaldo Martins. (...) reconhecimentos ao professor Dr. Fausto d W. de Lima sob cuja orientação foi construída e operada a primeira planta piloto para purificação no IEA. Ao professor Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni, Diretor do Instituto de Energia Atômica, (...) constantes estímulos e condições de trabalho (...)”. Usina piloto de purificação de urânio por troca iônica em funcionamento no Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA - 219. Federgrün, Ludmila; Abrão, Alcídio (1971). Determinação espectrométrica direta de urânio na fase orgânica fosfato de n-tributilo-nitrato de urânio. Publicação IEA – 242. Abrão, Alcídio; França Jr. J. M. (1971). Preparation of clear uranyl nitrate solution by fractional dissolution of sodium diuranate. Publicação IEA – 250. Ribas, Antonio G. S.; Abrão, Alcídio. (1972) Estudos de sorção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio .Parte III. Descontaminação de fosfatos. Publicação IEA - 264. Federgrün, Ludmila; Abrão, Alcídio. (1972). Determinação volumétrica da relação O/U em pastilhas de óxidos cerâmicos UO_{2+x} e UO_{2+x}.hO₂. Publicação IEA – 276. Trabalho apresentado na XXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência, 1972. França Jr., J. Monteiro (1972). Usina piloto de purificação de urânio pelo processo de colunas pulsadas em operação no Instituto de Energia Atômica. Publicação IEA - 277.

A maior parte das referências citadas neste artigo são de autores que trabalham na Instituição e cujos trabalhos citados foram publicados pelo IEA e apresentados em Congressos fora do país ou no país. Isto significa que a Instituição tinha uma linha de pesquisa e que tinha amplo apoio da CNEN e, logicamente, um certo tipo de aceitação de setores governamentais, sem, contudo estar inserida nas consultas para a opção dos reatores de Angra conforme já descrito⁶³⁶.

Nessa publicação são mostradas as fotos do pessoal trabalhando na câmara de segurança com as capelas já instaladas para pesagem de sais de urânio; a operação de transferência do diuranato de sódio (DUS), os recipientes para a carga do DUS e o reator de dissolução com o pormenor da válvula de diafragma; o ciclo-filtro para exaustão das câmaras de segurança, com uma vista panorâmica da usina piloto, vendo-se os tanques de ácido nítrico e hidróxido de sódio; o reator de dissolução sendo carregado com DUS; o filtro a vácuo e filtração do nitrato de urânio, as colunas resinas trocadoras; com visão geral e pormenores; o reator químico de precipitação de DUA; a retirada do DUA da estufa após secagem e o painel de controle da planta piloto por troca iônica (ver iconografia).

Descreve-se a operação com as vantagens e desvantagens do método. Hoje (2003), o sistema ainda está montado, mas não opera mais após o desmantelamento das pesquisas na área do ciclo do combustível, já comentado e ocorrido nos anos noventa (Gestão política do país dos governos de Fernando Collor de Mello e Fernando Henrique Cardoso) e ao que tudo indica não teremos nem interesse e nem condição de prosseguir no século XXI no governo do atual presidente do país Sr. Luiz Inácio Lula da Silva. Voltaremos ainda no próximo capítulo ao tema por ainda não tê-lo esgotado completamente.

A Divisão de Física de Reatores, chefiada pelo engenheiro Pedro Bento de Camargo, que tinha sido criada também participa dessa orquestra só que ainda timidamente.

“Um programa simples de evolução de combustível consiste em dado um reator “clean”, calcular, em função da irradiação, como varia a composição média deste reator. Em particular, é interessante se obter a

⁶³⁶ “Dando cumprimento ao programa nacional de energia nuclear orientado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), o Instituto de Energia Atômica (IEA) não poupou esforços para a instalação de duas plantas pilotos para a purificação (...)”. Abrão, Alcídio; França Jr, José Monteiro. (1970).). Usina piloto de purificação de urânio por troca iônica em funcionamento no Instituto de Energia atômica. Publicação IEA -219.

variação dos elementos físseis e férteis, em função da irradiação ou de nêutrons/barn, ou seja, fluxo integrado⁶³⁷”.

“Analiticamente o campo de temperaturas na placa foi determinado seguindo dois procedimentos. No primeiro admitiu-se válida a hipótese simplificadora de unidimensionalidade da distribuição de temperaturas sobre cada cota da placa de blindagem (...) No segundo, considerou-se uma distribuição de temperaturas bidimensional tendo a equação de condução de calor (...) sido integrada por um método numérico⁶³⁸”.

Na década de setenta (1970) surge a Divisão de Física do Estado Sólido, já comentada anteriormente, sob a chefia do professor Doutor Shigueo Watanabe do grupo da Física da USP. Alguns trabalhos estão sendo realizados ⁶³⁹. Com a entrada do Doutor Watanabe, surge uma linha nova de pesquisa na Instituição. A física do estado sólido (matéria condensada) estava bastante avançada nos países desenvolvidos. A Divisão liderada por Watanabe desenvolvia pesquisas no campo específico de dosimetria, crescimento de cristais, e ciências dos materiais. Lembremos que parte desse grupo veio, anos mais tarde (final dos anos setenta), reforçar a Metalurgia, chefiada pelo professor Tharcísio Damy e, outra parcela deu origem ao grupo de Laser do IPEN, tendo o Doutor Spero Penha Morato à sua frente e, posteriormente, o Dr. Nilson D. Vieira Jr. ⁶⁴⁰

Este período é marcado pela definição e consolidação das áreas de pesquisa, dentro das possibilidades de um instituto de pesquisa com as características do IEA até aqui

⁶³⁷ Hehl, Wilma Sonia Caiaffa. (1969). Evolução do combustível. Um programa para cálculo de um reticulado de urânio natural e água pesada e para o cálculo da produção de plutônio. Publicação IEA - 186.

⁶³⁸ Pricioti, Guido; Cunha Filho, Joaquim de Sylos; Nigro, Francisco Emílio Baccaro; Gannan, Waldir D. Aba. (1969). Estudo térmico de uma blindagem gama. Publicação IEA - 196.

⁶³⁹ Watanabe, Shigueo. (1971) Pre-and post – annealing properties of low temperature glow peaks 2 and 3 in LiF:Mg. Publicação IEA - 233. Este trabalho deu origem a uma série de Dissertações de mestrado entre os anos de 1975 a 1980. Szmuk, Peter; Watanabe, Shigueo. (1971). Dating of Brazilian indian pottery by thermoluminescent dosimetry. Publicação IEA 231. Watanabe, Shigueo; Okuno, Emiko. (1971). Thermoluminescent response of natural Brazilian Fluorite to ¹³⁷Cs gamma rays. Publicação IEA - 252. Watanabe, Shigueo; Okuno, Emiko. (1971). UV induced thermoluminescent in natural calcium fluoride. Publicação IEA - 253. Watanabe, Shigueo; Morato, Spero Penha. Continuous model for TL traps. Publicação IEA - 256. Mayhugh, M. R.; Watanabe, Shigueo; Muccillo, R. (1971) Thermal neutron dosimetry by phosphor activation. Publicação IEA - 258. Christ, R. W.; Mayhugh, Michael. (1973). Thermoluminescence mechanism in dosimetry LiF. Publicação IEA 286

⁶⁴⁰ “A minha história no IPEN, começou em 1979, fiz o mestrado em física nuclear e aí fui convidado pelo Doutor Spero para começar a desenvolver um projeto de desenvolvimento de um LASER, em parceria com o Centro de tecnologia da aeronáutica (CTA) ligado ao Programa de Separação Isotópica Brasileira. Desde 1978 tinham várias lideranças nacionais, o professor Sérgio Porto que era o mentor científico desse projeto, tinha o Doutor Claudio Rodrigues, o Coronel Amarantes do CTA e o Doutor Othon Pinheiro da Marinha. Estavam todos por trás dessa iniciativa de procurar o domínio do ciclo nuclear envolvendo a separação isotópica que é o seu aspecto mais sensível no Programa Paralelo Brasileiro. Mudei de área (...) o Doutor Claudio liderava o Centro, o Doutor Spero era o coordenador na área (Área de processos Especiais). Vários pesquisadores foram contratados para iniciar o processo de separação isotópica a LASER (Sepisla). Fui o responsável pelo desenvolvimento de LASER do estado sólido. O projeto começou na CCTM (aquela iniciada com o professor Shigueo Watanabe) com espectroscopia ótica do LiF (cristaL) submetido à irradiação cuja responsável foi a hoje Doutora Izilda Márcia Ranieri. Trabalhamos juntos nesse projeto que começou em 1979 e terminou com sucesso em 1981 – conseguimos fazer o primeiro LASER do estado sólido totalmente feito no país”. Entrevista gravada em 2003 com o Doutor Nilson D. Vieira Jr

abordadas. Isso pôde, em parte, acontecer paradoxalmente graças ao empenho da superintendência centralizadora e ao momento político pelo qual passava o país. Em contrapartida as especializações que foram surgindo abriram um leque muito grande de possibilidades e em parte enfraqueceram a Instituição anos mais tarde. Algumas linhas de pesquisa foram abandonadas. Alguns outros grupos e linhas de pesquisas que surgiram, nesse período, se consolidaram e estão atuantes até os dias de hoje, com algumas variações.

Até o início dos anos oitenta, passamos pelos governos Castelo, Costa e Silva, Médici e Geisel (termina em 1979). Várias análises de diferentes autores já foram realizadas sobre o período e em muitas delas se pontua que foi uma época em que os investimentos para C&T foram incrementados. Schwartzman⁶⁴¹ (1995) fornece uma lista de atividades em que se percebe o que ele denomina de “*Grande Salto à Frente/1968-1980*”. Não resta dúvida que um dos itens apontados foi realmente muito importante nesse período que foi a criação da pós-graduação.

Hoje, temos bem mais clara a importância da educação em todos os níveis para a sustentação de um “substrato mental” que seja o suporte para o desenvolvimento do país e geração de riqueza via C&T. É lógico que ainda podemos acrescentar que até uma melhor distribuição de renda se faz quando o país apresenta o seu povo com um nível educacional, ao menos até o término do segundo ciclo. Aquele encontra maior condição inclusive de fundamentar as suas reivindicações. Nesta linha de pensamento deve-se fazer justiça à pós-graduação específica na área nuclear implantada no IPEN em um convênio com a USP conforme já falamos e que se iniciou com muita seriedade em 1976.

Falamos várias vezes na importância da educação e formação de cientistas e tecnólogos para o país. Teríamos inúmeros exemplos na instituição de profissionais que começaram a sua formação logicamente desde crianças, foram privilegiados dentro da estrutura

⁶⁴¹ Para esse autor esse foi um período muito rico para C&T, pois estas foram contempladas, pela entrada do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico, sob as asas paternas das autoridades econômicas (999e nós acrescentamos políticas). Isso não afetou diretamente a Instituição, pois não fomos buscar apoio junto ao BNDE, mas o clima da sociedade pró C&T sendo positivo acabava por impulsionar os institutos de pesquisas e universidades na busca de cooperações que viabilizassem os seus projetos. O IPEN entre 1964 e 1980 realizou grandes proezas como analisaremos no próximo capítulo, tanto na área do ciclo do combustível como na área da produção de radioisótopos. No site da Instituição aparecem alguns convênios e eventos técnicos que foram realizados no período citado. Entre eles temos a fabricação de elementos combustíveis para o reator nuclear de pesquisa Argonauta, Resuco e Sublime (1964-1968). Foi concluída a usina piloto de purificação de urânio (1968) amplamente discutida nesse trabalho. Em 1974 temos a instalação de um acelerador de elétrons de 1,5 MeV – hoje desativado – para aplicações industriais.

educacional do Brasil em sua maioria. Não obstante, essa formação teve a sua continuidade no IEA mesmo antes de terminarem a faculdade. Ilustraremos alguns exemplos que são fruto do esforço individual, mas também institucional.

A Doutora Martha Marques Ferreira Vieira⁶⁴² pesquisadora atualmente aposentada, começou a sua carreira na Instituição no grupo do professor Shiguelo Watanabe⁶⁴³ como bolsista de graduação, trabalhando em caracterização de materiais dosimétricos⁶⁴⁴. Hoje, ela trabalha na Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica e ressalta a importância do IPEN para a formação de quadros na área nuclear.

No início da sua carreira no IPEN foi o próprio professor Shiguelo que a orientava. Posteriormente, passou a trabalhar com a Doutora Emiko Okuno, professora do IFUSP, que se encontrava no IEA.

Quando acabou a iniciação científica, após se formar, iniciou o trabalho de mestrado na área dosimétrica com crescimento e caracterização do sulfato de cálcio crescido em laboratório, onde seria possível o controle das impurezas⁶⁴⁵.

No final do trabalho de mestrado, a Doutora Emiko Okuno, assim como outras professoras, como a Doutora Marília Teixeira Cruz e o próprio professor Watanabe retornaram para o IFUSP. Assumiu a orientação da atual Doutora Vieira o Doutor Spero Penha Morato⁶⁴⁶. Em 1978, ocorreu a defesa da de Martha Marques Ferreira Vieira, juntamente com uma leva grande de outros mestrados que tinham iniciado o seu mestrado na Instituição entre os anos 1975 e 1976.

⁶⁴² A Doutora Vieira é mais uma entre muitos dos pesquisadores do IPEN que se interessou pela carreira desde cedo, tendo sido atraída pela carreira de física quando no colégio teve contacto com um professor que motivava os alunos para a física.

⁶⁴³ Segundo depoimento da pesquisadora, ela teve a sorte de ser colega de turma do filho do professor Shiguelo Watanabe. Ela relata que o professor Shiguelo acompanhou a turma do primeiro ao quarto ano, sendo sua aluna todos os anos da graduação acabou vindo fazer iniciação científica trazida pelo professor Watanabe, no IPEN.

⁶⁴⁴ Topázio incolor e depois com fluorita natural. Também ainda na iniciação científica trabalhou com um pesquisador indiano que estava no departamento na área de metalurgia.

⁶⁴⁵ Em laboratório os cristais eram crescidos com controle de quantidade e homogeneidade das impurezas que davam as características necessárias para que respondessem a um estímulo e pudessem servir de dosímetros através de uma técnica, no caso termoluminescente.

⁶⁴⁶ Nesse período o IPEN começou a sua pós-graduação e a Doutora Emiko não estava credenciada pela Instituição.

Após a defesa do mestrado a Doutora Martha continuou os seus trabalhos com o Doutor Spero, voltada para outra linha de trabalho que foi espectroscopia fotoacústica⁶⁴⁷ que era uma linha nova de pesquisa⁶⁴⁸.

Posteriormente, a Doutora Vieira foi estagiar em um no “Lab Bell” (setembro de 1981 - março de 1984) para realizar a parte experimental do seu trabalho de doutoramento em espectroscopia fotoacústica.

“Trabalhei em estudo do hidrogênio sólido e seus isótopos em espectroscopia molecular. Na realidade a escolha não era sua, tinha que se adequar a algum assunto que estivesse em andamento no laboratório. Foi mais o conhecimento da técnica, o treinamento porque era um trabalho difícil de ser realizado no Brasil. O hidrogênio fica sólido a 4°K. Além de resfriar tinha que fazer a realização da experiência em dois estágios: resfriar com nitrogênio líquido e depois com hélio líquido para conseguir liquefazer e depois solidificar o hidrogênio ou o deutério. O que valeu foi a aprendizagem da técnica. Depois continuei no Brasil orientando nessa área de espectroscopia fotoacústica”

O trabalho teria prosseguido se os alunos orientados pela Doutora Vieira tivessem ficado na Instituição⁶⁴⁹. Um assunto que alertamos que acabaria ocorrendo na instituição. No entanto, muitos dos orientados da Doutora Vieira foram trabalhar na área em outras instituições.

A Doutora Vieira atua no mestrado profissionalizante como comentamos anteriormente, mas não relatamos os detalhes para fazê-lo nesse momento.

O mestrado profissionalizante por sua vez também é fruto de uma tradição que nasceu na interação individual da Doutora Denise Sezel com a Faculdade de Odontologia da USP, tendo, posteriormente a participação do Doutor Nilson Vieira Jr. Nesse período os pesquisadores envolvidos perceberam que havia uma necessidade dos dentistas terem um maior conhecimento teórico do que significava o laser que estava sendo utilizado nos consultórios de odontologia. Em função disso foi apresentado ao CAPES o projeto de

⁶⁴⁷ A espectroscopia ótica convencional você excita o material com luz e o que vai detectar no fim da linha é luz (transmissão, absorção, etc). a fotoacústica você excita com luz, mas o que você detecta é a parte que foi absorvida e transformada em calor (vibração). É versátil porque não depende de preparar a amostra com muitos procedimentos bem delicados como polimento, espessura.

⁶⁴⁸ Falamos anteriormente que o Doutor Spero foi transferido com o seu grupo para a área de Processos Especiais que era chefiada pelo Doutor Claudio Rodrigues. O grupo era contituido pela Doutora Lúcia Prado e o Doutor Laércio Gomes e a própria Doutora Vieira, na época todos com o título de mestres. Além deles foram também alguns alunos de mestrado sob a orientação do Doutor Spero. Este pesquisador na nova área ficou chefiando dois grupos: aquele remanescente do grupo de dosimetria e um novo na área de laser. O grupo cresceu e hoje é o CLA

⁶⁴⁹ A espectroscopia fotoacústica é complementas a espectroscopia ótica. Na realidade ela sempre poderá ser utilizada se tiver pessoas formadas e treinadas na área.

Mestrado profissionalizante de Laser em Odontologia onde o IPEN funciona como a Instituição de Ensino Superior⁶⁵⁰, ou seja, é um mestrado implantado pelo IPEN. O mestrado foi criado em agosto de 1999 com a sua primeira turma. Em abril de 2003 teve início à quinta turma, formando em média 25 alunos por turma.

Novas tecnologias, no caso de laser, acabam sendo introduzidas em outras áreas e a interdisciplinaridade aumenta cada vez mais tornando necessário que os profissionais das diferentes áreas atuem em cooperação. Isso trás um ganho social, pois nessa diversidade o desenvolvimento do indivíduo ganha maiores contornos. No futuro, o indivíduo e a sociedade assimilaram cada vez mais aspectos comuns nos tornando cada vez mais sociais, sem, contudo perdemos a nossa individualidade. Não podemos nos adentrar nessa hipótese que deixaremos para desenvolver em outro trabalho, mas deixamos a sugestão para esse enfoque.

Acentuamos, portanto, a importância da instituição ampliando o seu campo de trabalho e formação de profissionais. A instituição pode contribuir em vários grupos da sociedade, e mostra uma tendência benéfica da interdisciplinaridade. Outrossim, devemos ter em mente as outras colocações que fizemos referentes ao alerta de não nos tornarmos tão somente prestadores de serviço.

Outro pesquisador que nos revela a faceta do IPEN como formador de quadros no Brasil que acaba se transformando em uma tradição é o Doutor Afonso Rodrigues de Aquino. O Doutor Aquino se formou em química na Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1976. Na época, existia um curso chamado de especialização em Química Nuclear e Radioquímica que era ofertado dentro do Instituto de química da UFRJ. Os alunos recebiam uma bolsa de estudo dentro do pacote Prónuclear que, segundo declaração do Doutor Aquino, tinha um valor bem alto para um recém formado. O curso transcorreu durante todo o ano de 1977

⁶⁵⁰ Foi uma iniciativa do doutor Jose Roberto Rogero quando trabalhava na Assessoria de Relações Interinstitucionais. Na época foram feitas chamadas para mais três cursos, mas o único que vingou foi o de laser porque aliou uma competência da Instituição e um público alvo que estava ávido por este tipo de ensino, e formação. Atentamos que como o curso é pago também o público alvo deveria ter condição de pagá-lo o que não acontece com todos os grupos de profissionais. No IPEN são ministradas aulas para que os alunos entendam como funciona um laser, composto por quatro disciplinas: interação da luz com a matéria, laser, interação do laser com os tecidos biológicos e normas. A doutora Vieira já orientou no mestrado profissionalizante dois mestrados como orientadora e cinco como co-orientadora.

Um ano depois, em 1977, Doutor Aquino veio trabalhar no IPEN a convite de alguns dos professores do curso e que eram pesquisadores da Instituição⁶⁵¹.

“Viemos ao IPEN e seduzidos pela grandiosidade do Instituto (...) é muito difícil imaginar alguém dentro do IPEN falando aqui não tenho nada para fazer. Aqui sempre tem alguma coisa para se fazer. Em qualquer área que você se volte há o que fazer, há uma possibilidade de trabalho(...). Logo eu respondi que aceitava pois vir para cá era um privilégio(...). Era um desafio novo que sabia que no final seria gratificante, pois representava a realização profissional. O professor Pieroni foi muito generoso conosco e nos deixou escolher o local onde quiséssemos trabalhar dentro do Instituto(...). Pela minha profissão de químico fiquei no antigo Departamento de Engenharia Química que era chefiado pelo Doutor Alcídio Abrão em um projeto chamado de micro esfera(...) O responsável pelo projeto estava fazendo um curso na Alemanha, mas quando voltou logo saiu do Instituto. No entanto, fui um beneficiário dos trabalhos que ele começou a desenvolver na área de micro esferas⁶⁵²”.

Instituições de pesquisa, como o IPEN, custam caro à Nação, pois somente os salários e bolsas despendem uma enorme quantidade da receita da Federação. No entanto,, o retorno é muito maior. Todos esses jovens, eram recém formados e vieram a se constituir no patrimônio cultural do país que não tem preço.

Na época que o atual Doutor Aquino veio completar a sua formação na instituição estava nascendo a idéia do projeto PROCON que, como vimos, foi um projeto originado por meio de um acordo que envolvia alguns ministérios brasileiros e que pretendia construir uma “fábrica”⁶⁵³ de produção de hexafluoreto de urânio. Todo o ambiente era ideal, acadêmico e profissional, para a formação de um jovem que tinha acabado de sair da universidade e queria se especializar na área nuclear.

“Durante o ano de 1979 trabalhei em um projeto de produção de hexafluoreto de urânio, que foi desenvolvido pelo doutor Alcídio Abrão e por um indiano chamado Rarihanan e outros. Neste tempo houve uma grande mudança no Instituto. Quem era responsável pelas usinas piloto, da purificação até o UF₄ na época, era o doutor França que se aposentou. E a responsabilidade passou para o Álvaro Ikuta que era um assessor direto do Doutor Alcídio Abrão. Nesse período, fui convidado para trabalhar com o Doutor Ikuta. (...). começamos a tentar desenvolver o UF₆ (...). A obtenção do UF₆ nos levou a almejar sair de uma escala de bancada para uma escala piloto⁶⁵⁴”.

⁶⁵¹ Doutora Bertha Floh de Araujo, Doutor José Adroaldo de Araujo, etc.

⁶⁵² Entrevista gravada com o Doutor Afonso Rodrigues de Aquino, em 11/10/2001.

⁶⁵³ Na realidade seria uma planta piloto, bem dimensionada e que foi construída e operou como também já escrevemos. A planta atendia as principais necessidades brasileiras de recarga de Angra I que exigia a troca de 1/3 dos elementos combustíveis a cada ano. Portanto era um projeto ousado.

⁶⁵⁴ Entrevista gravada com o doutor Afonso Rodrigues de Aquino, em 11/10/2001.

Essa competência é que foi aproveitada para dar início ao Projeto Conversão e acabou sendo um grande trabalho no IPEN.

Ainda falaremos de outros pesquisadores de períodos e área diferentes desses dois últimos.

A pesquisadora Laura S. Endo, atualmente aposentada iniciou a sua carreira no IEA no final do ano de 1975, recém formada em química na USP, trabalhando com o Doutor Gian Maria A. A. Sordi e o Doutor Elias Palácio. A Doutora Endo iniciou como bolsista com um trabalho em radioproteção na unidade de reprocessamento⁶⁵⁵ e em especial na análise de plutônio em amostras biológicas. Pensava-se na dosimetria devido às atividades com o plutônio⁶⁵⁶. No início de 1976, fez o curso introdutório que era obrigatório para todos que entrassem na pós-graduação do IEA e passou a ser bolsista do Prónuclear. Era um curso de três meses onde se estudava o dia inteiro. As matérias oferecidas abrangiam tudo o que se fazia na Instituição.

No entanto, dada a sensibilidade do tema de mestrado teve que mudá-lo e passou para migração de rejeitos em solo. A Doutora Endo acabou o mestrado e foi para a Alemanha onde se especializou no tema de rejeitos radioativos.

Essa competência acabou colocando-a na direção do Departamento de Rejeitos radioativos anos mais tarde e que no momento é ocupada pelo Doutor Goro Hiromoto outro pesquisador que foi formado na Instituição começando em 1970 como bolsista de nível técnico. Ainda como técnico foi enviado para os EUA em Rockville para aprender a usar uma câmara de ionização. Nesse período havia um curso de excelente nível para a formação de técnicos e o Doutor Hiromoto escolheu a Proteção Radiológica onde mais tarde, após se formar em física pela USP, realizou o seu mestrado.

Entre 1980 e 1983, o Doutor Hiromoto foi para o EUA para fazer o doutorado em Oak Ridge, na área de modelos de transporte de contaminantes radioativos, com uma bolsa da CNEN.. Retornando começou a trabalhar em colaboração com a Marinha, na área

⁶⁵⁵ Seria a reciclagem do urânio irradiado.

⁶⁵⁶ Proposta pelo Doutor Sordi.

ambiental, ajudando a montar, com toda a equipe liderada pela Doutora Bárbara Mazzilli, o laboratório de radioecologia de Aramar, assim como executar o Programa de Monitoração Pré-Operacional de Aramar. Esses trabalhos acabaram impedindo a continuação imediata do doutoramento que só foi realmente defendido em 1989.

Toda essa gama de experiência, na área de radioproteção, acabou culminando com a chefia da área de Rejeitos substituindo a doutora Endo em 2002.

Ainda outro pesquisador que se formou na radioproteção foi o engenheiro Matias Puga Sanchez que também começou, em 1974, ainda como estagiário no IEA na área técnica no reator de pesquisa⁶⁵⁷, antes de se formar em engenharia eletrônica. Após vários anos de experiência o engenheiro Sanchez se tornou o supervisor de Proteção Radiológica no Centro de Produção de Radiofármacos.

Uma outra área em que a Instituição investiu na formação de seus pesquisadores foi a de reatores nucleares.

O Doutor José Antônio Diegues que entrou na Instituição em 1968 cursando ainda o último ano da Escola Politécnica na área de engenharia mecânica. Hoje, após se aposentar atua na DPD da CNEN e é um outro pesquisador que nós entrevistamos e nos relatou a sua experiência adquirida durante os seus anos de trabalho no IEA.

Após se formar foi atuar na área de engenharia nuclear. Nesse período, 1969, a engenharia nuclear era composta por três ou quatro pesquisadores juntamente com o Doutor Pedro Bento de Camargo. A Física de Reatores tinha uns quatro a cinco pesquisadores com o Doutor Paulo de Saraiva. O Doutor Rui Ribeiro Franco estava chegando naquela época e assumiria a pós-graduação em torno de 1969. O Doutor Diegues sempre trabalhou em torno do tema de tecnologia nuclear, de reatores nucleares de potências, e mais especificamente na área de termohidráulica. Toda a sua bagagem foi adquirida no dia a dia na instituição. Assim como ele, só que um pouco mais recente o Doutor Adalberto José Soares, embora trabalhasse desde 1967 como Office-boy foi só em

⁶⁵⁷ Nessa época se produziam os precursores da medicina nuclear que era o iodo 131, o fósforo 32 e o ouro 198, ainda de uma maneira artesanal pelos pesquisadores como o Doutor Haroldo Taurian Gasiglia, a Doutora Constância Pagano da Silva entre outros. Atualmente, como descrevemos existe uma unidade mais fabril e com uma grande preocupação para as normas de proteção radiológica.

1974 que começou a sua atuação na Instituição como bolsista de pós-graduação. Concluindo o mestrado em 1977 e indo para os EUA num programa patrocinado pela CNEN para fazer doutorado em Knoxville (UTK). Voltou ao Brasil em 1983, e, começou a trabalhar no antigo Centro de Engenharia Nuclear que já estava trabalhando em parceria com a Marinha. Trabalhou no programa junto com a Marinha até 1995 e, hoje, aposentado desde 1997, continua trabalhando no IPEN, sendo responsável pela Área de Serviços e Aplicações do Centro de Reator de Pesquisa (CRPq). Dessa maneira vemos que muitos dos pesquisadores que se formaram na Instituição continuam sendo necessários, mesmo após a sua aposentadoria, devido a sua competência e experiência adquirida durante os anos de atuação na ativa. No entanto, se a Instituição estivesse renovando o seu quadro de profissionais tanto quanto aqueles que se aposentaram talvez essa situação fosse um pouco diferente e os aposentados continuariam na instituição, mas em outras condições.

O Instituto não se preocupou somente em formar tecnólogos. Comentamos da grande importância que representa uma biblioteca para qualquer instituição. A bibliotecária Mery P. Zamudio Igami nos relata a importância que teve para a sua formação a experiência adquirida na Instituição. Hoje a manutenção da qualidade da nossa biblioteca usufrui dessa experiência e oportunidades que a Instituição forneceu à Sra. Igami enviando-a para estagiar em outros países.

“Entre em 1975, (...) ainda recém formada. Fui contratada pela Dona Teresine e na época que tomei contacto com ela fiquei muito impressionada com a sua capacidade e com a maneira dela conduzir a biblioteca. Eu não tinha muita familiaridade com o trabalho. Foi uma leva de dez bibliotecárias contratadas. (...). a partir daí tomei conhecimento do que era uma biblioteca em um instituto de pesquisa. (...). Essa biblioteca já nasceu com uma missão muito clara. Isso favorece muito porque uma biblioteca especializada conhece o usuário. Também existe uma cobrança a mais porque os pesquisadores demandam muito. Temos duas fases. Primeira foi a fase com a Dona Teresine, (...), que infelizmente teve uma doença e veio a falecer. Ela tinha uma visão de bibliotecária dez anos para a frente. Conceitos, políticas, orientações que ela já aplicava, naquela época, e, que hoje, ainda se aplicam⁶⁵⁸”.

Estamos vendo a importância da formação de profissionais em todas as áreas do IPEN. Nada deixou de ser pensado.

⁶⁵⁸ Entrevista gravada com a Sra. Mery Igamy.

Também entrevistamos um profissional da área administrativa que também deixou registrado a importância da casa na sua formação. O Sr. Ronaldo Veronesi, matemático, que entrou na instituição em 1977, que atualmente exerce a função de chefe da Divisão Comercial da Instituição. Aproveitamos a entrevista com o Sr. Veronesi para alguns esclarecimentos antes de finalizarmos o capítulo. Este nos explicou que todos os setores do Instituto estavam divididos dentro de uma estrutura organizacional que continha o Superintendente, três Diretores Executivos, os Centros e as Divisões. Com a evolução do IPEN foram criadas as figuras dos Departamentos e Divisões. Isso primeiro ocorreu porque se passou de uma estrutura organizacional Estadual para Federal e apareceu a figura dos serviços.

Atualmente, voltamos aos Centros pelas razões explicadas, ou seja, permitir uma maior flexibilidade na tomada de decisões. Antigamente, no início, a verba era gerida pelo Superintendente, depois pelos diretores, e hoje, isso fica a critério dos Centros que estão mais próximos das linhas de pesquisa e dos pesquisadores, aumentando muito a possibilidade de atender as diversas expectativas dos clientes segundo o Sr. Veronesi.

“A criação dos Centros é para buscar maior agilidade no atendimento das necessidades dos clientes do IPEN que basicamente são divididos em três universos: clientes de pesquisa e desenvolvimento, clientes de produtos e serviços que é o que alcança quase 100% do faturamento da casa, e os clientes de ensino nos cursos de pós-graduação e alguns de graduação. Esta estrutura é uma estrutura do IPEN. Na CNEN a denominação das nossas funções é outra. Não sou o chefe de Divisão, sou o chefe de Serviço Comercial. A estrutura ainda é muito piramidal de acordo com o que está escrito no Diário oficial. A estrutura que nós procuramos adotar na casa é uma estrutura mais matricial⁶⁵⁹.”

Finalmente, fomos buscar o depoimento de um pesquisador da antiga COPESP para que ele nos desse um depoimento das suas experiências com o IPEN. O Engenheiro Luiz Antônio Abdala de Moura que começou a trabalhar na Marinha, fazendo a Escola politécnica da USP. Ele começou na COPESP ainda no período que essa era gerida pelo atual Almirante Othon Pinheiro da Silva. Nessa época, interagiu com o IPEN, trabalhando no projeto do submarino. O Engenheiro Moura declarou que o IPEN foi importantíssimo para que o projeto pudesse ter uma das suas fases, enriquecimento do urânio, vencida.

⁶⁵⁹ Entrevista gravada em 2002 com o Sr. Ronaldo Veronesi.

Não podemos criticar de maneira simples os trabalhos da Instituição face primeiro ao que foi realizado e segundo ao que se fazia lá fora, muito embora seja importante a comparação. Acreditamos na importância da pesquisa e desenvolvimento para um país, nas áreas científicas e tecnológicas. Muitas vezes a pesquisa é essencial, no entanto se o país não dispõe de meios para concorrer com os países avançados não deve parar e “apagar as estrelas” como nos ensina Austen. A genialidade e suas vitórias são ações de muitas mãos que sabem desejar. O brilhante poeta em Funeral Blues satiriza àqueles que dispensam o sonho que levam a realizações.

As estrelas não são mais necessárias, apague-as
uma por uma.
Guarde a lua e desmonte o sol.
Despeje o mar e livre-se da floresta

W. H. Auden em Funeral Blues⁶⁶⁰

⁶⁶⁰ Poeta inglês (1907-1973). In: Sobel, Dava (1997). Longitude. A verdadeira história de um gênio solitário que resolveu o maior problema científico do século XVIII. Página 120.

4. Energia nuclear pós-crise do petróleo

a. Panorama internacional

No ano de 1973, com repercussão internacional, ocorre a primeira grande crise do petróleo quando o custo por barril do óleo girava em torno de US\$ 2,80 e passou rapidamente para cerca de US\$ 11,13⁶⁶¹.

A demanda elétrica nos países do primeiro mundo, nos anos anteriores, tinha alcançado um crescimento anual entre 5% e 7%. Para sustentar este crescimento, uma das soluções economicamente viável passava pela construção de reatores nucleares de potência.

Os EUA, na década de setenta, construíram 57 reatores de potência num total de aproximadamente 44.000 MWe⁶⁶². No mundo, pensava-se que a demanda de potência termonuclear cresceria de maneira acentuada e, portanto, dever-se-ia tomar muito cuidado com as conseqüências de possíveis acidentes. Para sermos mais restritivos na segurança é que, nesta época, como fruto desse pensamento, foi alterada toda a filosofia de proteção radiológica⁶⁶³.

Medidas de proteção mais rigorosas foram adotadas, implicando em mais gastos. A CNEN, que segue as Normas Internacionais, também adotou tais medidas com um maior dispêndio no seu orçamento. Os Institutos da CNEN procuraram seguir as novas orientações, mas sempre com grandes problemas econômicos.

Por outro lado, não se esperava que a referida crise tivesse uma repercussão econômica violenta e que, nos anos seguintes, não houvesse um aumento significativo de demanda, mas pelo contrário houvesse um excesso de oferta de energia.

⁶⁶¹ Marques, Paulo (1992). Sofismas nucleares. O jogo das trapaças na política nuclear no Brasil, p. 67.

⁶⁶² Informação obtida na página Internet da worldatom – power reactors informations system (<http://www.iaea.org/programme/a2/index.html>) na tabela intitulada: Nuclear power reactors alphabetic.

⁶⁶³ Comentamos, no entanto que, o Doutor Gian Maria A. A.Sordi, especialista em radioproteção afirma que a crise do petróleo provocou uma recessão econômica tão grave que repercutiu, também, no campo nuclear e obrigou a introdução de um novo paradigma, a saber: "A proteção Radiológica deve ser econômica e eficaz". O primeiro paradigma segundo Sordi era expresso pelos "Limites de Doses Máximos Permissíveis" que foram definidos para a população como um todo, para o trabalhador e para os indivíduos do público. Como os indivíduos, no fundo, são os mesmos e os limites são diferentes, percebe-se aqui que as considerações econômicas também já eram feitas, só que o caráter era outro. Nesse caso, as mutações genéticas e a possibilidade do encurtamento de vida são usadas como a base teórica para estabelecer os limites. Ora, isso, no fundo, tem implicações econômicas como, por exemplo, o gasto com hospitais e tratamentos para a sociedade. No segundo caso, as análises de custo benefício são consideradas.

Chegando 2000, os países que optaram por começar a operar ou a construir usinas nucleares, com exceção do Japão, foram os países em desenvolvimento⁶⁶⁴. Anteriormente, o Brasil teve sérios problemas por optar por uma via de “compra” de tecnologia.

“Prejudicada pela falta de recursos, a construção de Angra 2 durou cerca de duas décadas, exigindo perseverança e criatividade para manter pessoal qualificado, preservar equipamentos caros e sofisticados e contribuir para a capacitação tecnológica da indústria e engenharia nacionais”

Este é o resumo da opinião de Evaldo César de Oliveira em 2000, diretor técnico da Eletronuclear⁶⁶⁵. Lembremos que a opção do Brasil de construir Angra II é do período do Governo do General Geisel. No entanto, apesar do atraso na construção, não houve desistência, a despeito dos custos e gastos adicionais envolvidos por causa de obstáculos de toda ordem; problemas técnicos, controvérsias políticas; discussões no exterior sobre os efeitos potencialmente nocivos da opção termonuclear e, ainda, o descrédito de incluir na matriz energética brasileira essa tecnologia de produção de energia. Tudo isso sem falar no medo de entregar, na mão dos brasileiros, os reatores com suas tecnologias paralelas.

É muito comum que as pessoas que não são da área nuclear interpelem os pesquisadores de instituições, como o IPEN, pelas dificuldades encontradas com as usinas termoeletricas instaladas no Brasil, demonstrando um total desconhecimento das diferenças entre aquela empreitada e as realizadas pelos institutos de pesquisa, mormente o IPEN. Existe, mesmo nos dias de hoje, uma grande falta de conhecimento das peculiaridades da área nuclear dada à falta de uma imprensa especializada em divulgações científicas em português. Há pouco tempo o Doutor Ulisses Capozzoli, em uma iniciativa digna de nota, começou a editar, em português a revista Scientific American. Temos algumas outras como a revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, o Jornal Órbita do IPEN.

Desde a década de noventa os rumos da pesquisa na área nuclear foram sendo mudados e a pesquisa foi sendo freada, sobretudo no IPEN. Uma das alegações é o descenso mundial das pesquisas na área nuclear.

⁶⁶⁴Informação obtida na página Internet da worldatom – power reactors informations system (<http://www.iaea.org/programme/a2/index.html>) na tabela intitulada: “Status of nuclear power plants worldwide in 2000”.

⁶⁶⁵A obra foi iniciada em 1977 e estava prevista para terminar em 1983. No entanto, a construção durou 17 anos. Não começou a operar logo em seguida. Em 2000 operava em fase pré-operacional fornecendo 300 MW de energia elétrica. Dantas, Vera (2000). Desafios e vitórias de uma obra incomum. Brasil Nuclear. Ano 7, Número 21. abril/junho de 2000. Página 12.

No entanto, Barroso e Imakuma⁶⁶⁶ (2000) alertam que é mais competitivo investir-se em aumento da vida útil das centrais eletronucleares do que partir para o descomissionamento⁶⁶⁷, com a substituição das centrais nucleares por outras termoelétricas.

O Diretor Assistente de Desenvolvimento e Inovação Nuclear do Commissariat à l'Énergie Atomique, França, Doutor Jean-Claude Gauthier declara:

“As usinas nucleares, atualmente em operação, provaram ser bem sucedidas dentro do novo e mais competitivo ambiente de geração elétrica, tanto nos EUA como na Europa⁶⁶⁸”.

“De acordo com a World Energy Council, o crescimento da população mundial e o desenvolvimento econômico resultarão num aumento de 150% a 300% do consumo de energia primária no mundo em 2050. A eletricidade como recurso energético de uso final, vantajoso e flexível, terá seu consumo, no mínimo, duplicado no mesmo período. Além do mais, possivelmente, todo o crescimento populacional esperado durante os próximos 30 anos estará concentrado nas áreas urbanas⁶⁶⁹”.

Barroso e Imakuma comentam que a opção de novas usinas no lugar de descomissionamento já é um consenso nos EUA. Ainda alertam que, embora em relação ao custo do capital investido as plantas nucleares sejam mais caras do que as usinas a gás, mesmo assim, quando temos o custo total (geração + capital) por kWh o nuclear é mais competitivo. Ou seja, novamente iremos mudar a nossa posição e correr atrás do tempo perdido na década de noventa? De qualquer maneira o estudo citado faz a análise do ponto de vista econômico, ou seja, US\$/kWh, muito embora cite que os indicadores de segurança nuclear aumentaram. E no IPEN, o que aconteceu nos últimos trinta anos?

⁶⁶⁶ Barroso, Antonio Carlos de Oliveira; Imakuma, Kengo (2000), Exercício de prospecção na área nuclear, p. 16-27. O primeiro autor chefiou a Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da CNEN durante muitos anos e assumiu por um período curto, entre o final de 2002 e início de 2003, a CNEN. O segundo autor foi pesquisador do IEA/IPEN. No momento após se aposentar trabalha na DPD da CNEN.

⁶⁶⁷ Na área nuclear, parar de operar uma instalação requer muitos passos que são onerosos, sobretudo por causa dos rejeitos radioativos.

⁶⁶⁸ Gauthier, Jean-Claude (2002). O renascimento da opção nuclear. Brasil nuclear, número 25. Junho/agosto de 2002, página 38.

⁶⁶⁹ Gauthier, Jean-Claude (2002). O renascimento da opção nuclear. Brasil nuclear, número 25. Junho/agosto de 2002, página 38.

No momento, a moda de pesquisa para a produção de energia são as células a combustível⁶⁷⁰. Amanhã isso poderá mudar? Países como o Brasil têm que realizar análises criteriosas, antes de começarem a gastar dinheiro em uma área que poderá, amanhã ou depois, ser abandonada por múltiplas razões. Precisamos ter firmeza de propósitos com estratégias bem definidas. A questão é da continuidade, assunto que comentamos nas primeiras páginas do nosso trabalho. Vejamos como o Brasil e o IPEN se comportaram nas décadas seguintes.

⁶⁷⁰“Um novo conceito tecnológico de geração de energia surgiu nos últimos anos. As palavras “Células a Combustível” (no Brasil também chamadas de Células de energia), começam a ser pronunciadas com uma maior frequência, embora esta tecnologia ainda não esteja bem estabelecida e tampouco já tenha um mercado garantido. Para o leigo, estas células estão relacionadas com eletroquímica e servem para produzir eletricidade de uma maneira mais ecológica e eficiente, praticamente sem emissão de qualquer substância tóxica. (...). Células a combustível são, em princípio, baterias de funcionamento contínuo, que produzem corrente contínua pela combustão eletroquímica a frio de um combustível gasoso, geralmente o hidrogênio”. Götz, Michael; Hartmut Wendt; Linardi, Marcelo(2000). Química nova, 23(4). Tecnologia de célula a combustível. Página 538.

b. Perspectiva brasileira

‘Em minha opinião, é preciso insistir com as pessoas que não freqüentam institutos de pesquisa para que apreciem adequadamente o trabalho de todos os pesquisadores que jamais obterão notoriedade pública, mas que foram indispensáveis ao progresso científico. (...) a meu ver o remédio para isso está numa integração tão completa quanto possível de todas as atividades do espírito humano, e nesse “todas” incluo com prazer o gosto e a sensibilidade humana.’

Pierre Auger⁶⁷¹

No final do período anterior por nós comentado (1969-1973), inicia-se o que ficou conhecido na história do Brasil como o do “milagre econômico“, com uma recuperação industrial nas áreas de material elétrico, produtos químicos e na indústria automobilística⁶⁷². Ainda constatamos que o PIB cresceu em média anual 11,2%. A inflação ficou com uma média anual que não ultrapassou 18%.

A Instituição estava pronta para exercer as suas atividades, fruto dos trabalhos realizados nos anos anteriores. Já tinha uma identidade, alcançou a maioridade. Nos primeiros capítulos, fomos levantando hipóteses e, finalmente, neste último, elas serão aceitas ou rejeitadas. Usaremos amplamente os depoimentos⁶⁷³ para cruzar, como era o nosso intento, desde o início, com as reflexões realizadas até o presente momento.

Não é do escopo deste trabalho a realização de uma análise do período que ficou conhecido como o milagre brasileiro. No entanto, cabe destacar que o PIB é somente um dos indicadores do estado geral da economia. Nesta época, embora o Brasil tenha se destacado pelo aumento do seu potencial industrial, o mesmo não ocorreu quanto aos investimentos no campo de saúde, educação e habitação. Estes últimos são indicadores sociais que denotam a qualidade de vida de um povo⁶⁷⁴. Afinal, não teria sentido toda uma estrutura de instituições científicas e tecnológicas se não fosse para a melhoria da qualidade de vida humana.

⁶⁷¹ Ciência e mitos, capítulo 06, página 135. Livros de bolso “O Correio da UNESCO”. Editora Getúlio Vargas.1975

⁶⁷² Fausto, Boris (1999), História do Brasil, p. 485.

⁶⁷³ Os depoimentos, como já alertamos no início do trabalho, visam recuperar a história, e, foram tomados independentemente das nossas preferências por temas ou opiniões. Agradecemos imensamente a todos os depoentes, sem os quais não poderíamos terminar, no prazo estabelecido, a tese.

⁶⁷⁴ Fausto, Boris (1999), História do Brasil, p. 485.

É importante salientar que essa opinião é sutilmente diferente daquela preocupação levantada anteriormente de que, no momento atual, o discurso de objetivos voltados para a área social pode trazer embutido a transformação de um instituto de pesquisa em uma prestadora de serviços. Não obstante, ressaltamos que existem certas particularidades culturais, administrativas e históricas do IPEN tanto quanto de cada Centro ou Departamento, além daquelas da política brasileira que pretendemos ressaltar. Passamos a retratar o que ocorreu a partir dos anos setenta, mesclado com as influências advindas dos anos anteriores, na vida da Instituição.

No início dos anos setenta, no Brasil, o aumento do consumo de energia estava compatível com a capacidade geradora disponível. Uma opção de energia termonuclear era justificável no âmbito da preparação do país para a demanda futura. Segundo depoimento de Marcello Damy⁶⁷⁵:

“Dos estudos em curso, parece não haver dúvida quanto à necessidade de construção a partir da 1ª década do século XXI, de um grande número de termelétricas, na maior parte nucleares”.

Mais adiante, Damy comenta:

“Esse desafio só será vencido se, nessa época, o Brasil dispor de uma infra-estrutura para a produção de reatores e de todos os seus acessórios, da instrumentação eletrônica, do domínio de tecnologias de produção de urânio a partir de minérios, com todas as usinas intermediárias, enfim de uma infra-estrutura inteira de suporte para o funcionamento dessa usina que tem que começar muito antes”.

Damy falava numa perspectiva de dominarmos uma tecnologia que poderia nos auxiliar na composição da matriz energética brasileira. Nos últimos dez anos, o país aumentou pouco sua capacidade produtiva e conseqüentemente a demanda energética não cresceu como se previa, mas mesmo assim, no início do século XXI, passamos por dificuldades recentes de racionamento de energia e as previsões para os próximos anos são diferentes, uns falando que teremos mais racionamento e outros afirmando que a oferta e a demanda encontram-se equilibradas. As análises, são contraditórias, pois estão fincadas em cenários futurísticos também diferentes.

⁶⁷⁵ Damy Souza Santos, Marcello, Série depoimentos sobre energia nuclear, p. 4.

Tendo em vista o que viemos discutindo, a questão do domínio da tecnologia de produção de energia nuclear envolve mais uma opção para a matriz energética do que o debate: devemos estar atentos para, preferencialmente, produzir energia através da opção nuclear? Além do mais, discutimos amplamente que o domínio da tecnologia nuclear não implica em termos como opção somente a produção de energia. Outros benefícios advêm do processo. Emprestamos as idéias de Lessa (2002) sobre a questão quando nos identificamos com elas.

“Toda vez que você constrói instalações com alta tecnologia você aperfeiçoa e eleva o nível de desempenho de sua estrutura produtiva. Nos anos 50, por exemplo, a Petrobrás foi fundamental para o desenvolvimento da indústria de bens de capital. Eu imagino que a construção de usinas term nucleares tenha um efeito semelhante (...) Eu não conheço detalhes sobre a parte econômica da geração nuclear, mas é inquestionável o seu papel de alavancador tecnológico. Além disso, a energia nuclear tem uma variedade imensa de usos importantes na medicina, na irradiação de alimentos, etc. O país não pode prescindir da energia nuclear”⁶⁷⁶

O período estudado, neste capítulo, é muito delicado, pois, a partir do Governo do General Médici⁶⁷⁷, temos que considerar que as pesquisas na área do ciclo do combustível, a despeito do acordo, primeiro com os EUA e alguns anos mais tarde com a Alemanha, no Governo do General Geisel, são intensificadas na Instituição.⁶⁷⁸

Vamos ressaltar um dos trabalhos que chamou nossa atenção durante as nossas análises por razões que exporemos mais à frente.

⁶⁷⁶ Lessa, Carlos (2002). Energia elétrica não é “globalizável”. Brasil nuclear, página 6.

⁶⁷⁷ No quinquênio 1970-1974 o país foi governado pelo General Garrastazu Médici.

⁶⁷⁸ Na década de setenta a Instituição está muito ativa e vários trabalhos são publicados. Referenciamos alguns de 1973: Floh, B.; Abrão, Alcídio; Costa, E. Calmon (1973). Amine extraction of uranium, molybdenum and vanadium from acid leach liquors. Publicação IEA 292. Presented at the AIEA Symposium “The recovery of uranium”, 1970. Ikeda, Etsuko; Nicolau, William; Muramoto, Emiko; Assis, Lício Marques de; Pieroni, Rômulo Ribeiro. (1973). Separação de compostos iodados biliares e fecais por filtração em shephadex G 25 M. Estudos do Metabolismo entero-hepático da ¹²⁵I-tiroxina. Publicação IEA 293. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 19, número 4, 1973. Cazotti, Raul I.; Abrão, Alcídio. (1973). Direct spectrofluorimetric determination of cerium and other rare earths elements in thorium solution. Publicação IEA 294. Trabalho apresentado : Tenth Rare earth research conference, Arizona, 1973. CONF-730402-P-2 volume II, página 1124a. Cazotti, Raul I.; Abrão, Alcídio. (1973). Spectrofluorimetric determination of rare earths in uranium after separation and concentration of total lanthanides on an alumina column. Publicação IEA 295. Trabalho apresentado : Tenth Rare earth research conference, Arizona, 1973. CONF-730402-P-2 volume II, página 1080-1090. Coutinho, F. A. Bezerra (1973). Consequences for nuclear physics of a NN? and a N*N? time reversal violating vertex. Publicação IEA 296. Mafra, O. Y.; Cesar, M. F.; Kuniyoshi, S.; Goldemberg, J. (1973). Cross-section of the ²³⁸U (? ,n) ²³⁷U reaction near threshold. Kieffer, Júlio; Medeiros Neto, G. A.; Pieroni, R. R.; Coelho Neto, Antonio; Campusano, Luiz Lopes; Cintra, Antonio B. Uhôa. (1973). Perchlorate test in hyperthyroid patients treated with radioactive iodine. Publicação IEA 298. Reprinted from the New England Journal of Medicine, 273, 1965. Agudo, E. Garcia (1973). Processing of ?-spectra in activation analysis with a programmable calculator. Publicação IEA 299. Citamos alguns que foram publicados em 1973. No entanto, durante toda a década os trabalhos prosseguiram, mas não os referenciamos aqui por se encontrarem disponíveis na biblioteca do IPEN. Além do mais, se continuássemos a referenciar os restantes não teríamos espaço para as reflexões. Alertamos que analisamos todos do ponto de vista de recuperar a história da Instituição e temos essas análises guardadas no nosso banco de dados manuscrito.

“Em 30 de junho de 1969 foi encaminhado à Secretaria dos Serviços e Obras Públicas do Estado de São Paulo o Plano Diretor de Esgotos das cidades de Santos - São Vicente. O plano preconizou a disposição oceânica dos esgotos e após examinar diversas alternativas, baseadas em um estudo empírico-teórico, indicou preliminarmente como a alternativa mais viável à implantação de um emissário submarino mergulhando (...). A SBS-Companhia de Saneamento da Baixada Santista ao analisar o projeto (...) verificou que as investigações oceanográficas e bacteriológicas, elementos indispensáveis ao projeto, não haviam sido realizadas. (...) decidiu o secretário de obras do Estado de São Paulo, professor José Meiches, que as pesquisas fossem realizadas de modo a constituírem um avanço tecnológico em nosso meio, servindo de padrão para estudos análogos requeridos para outros projetos em perspectiva em nosso país, bem como em outros países banhados por águas tropicais⁶⁷⁹”.

Interessante que neste trabalho o malefício é proveniente de outra atividade que não a nuclear. Esta, pelo contrário, é que irá prevenir o malefício.

Esse é um trabalho de cunho social, e se caracteriza pela prestação de serviços provenientes das pesquisas realizadas no Instituto que, até hoje, permeiam o Departamento originário da Divisão de Aplicação de Radioisótopos na Engenharia e na Indústria como era denominado, na época, o atual Centro de Tecnologias das Radiações (CTR), chefiado pelo Doutor Wilson Aparecido P. Calvo⁶⁸⁰ que relata a sua origem na Instituição semelhante a tantas outras de outros pesquisadores.

⁶⁷⁹ Occhipint, Antonio Garcia (Faculdade de São Carlos); Sanchez, Wladimir; Gaglianone, Sebastião (CETESB). (1973). Estudos para o sistema de disposição oceânica de Santos e São Vicente. Relatório Parcial número 1. Publicação IEA-300. Este trabalho teve continuação. Sanchez, Wladimir; Agudo, Garcia; Santos, J. Leomax dos; Szulak, C.; Occipinti, A. G. (1973). Estudos para o sistema de disposição oceânica de Santos e São Vicente. Relatório Parcial número 2. Publicação IEA-301. Bedmar, A. Plata; Sanchez, W.; Szulak, C. (1973). Técnicas radioisotópicas aplicadas aos estudos de características dos aquíferos dos Vales dos Rios Gurguéia e Fidalgo, Piauí. Publicação IEA – 313. Este foi um estudo em parceria com alguns consórcios por solicitação do Departamento Nacional de Obras contra a Seca. Agudo, e. Garcia; Duarte, U.; Seignemartin (1973). Determinação de Tântalo, Nióbio, Titânio e Estanho em minerais pegmatíticos por meio de técnicas nucleares de análise. Publicação IEA – 314. Plata, A.; Sanchez, W.; Szulak, C. (1973). Estudos dos aquíferos das Bacias dos rios Gurguéia e Fidalgo, Estado do Piauí, utilizando isótopos ambientais. Agudo, E. Garcia; Seignemartin, C. L.; Duarte, U. (1973). Aplicação da análise por ativação neutrônica na determinação de ouro em minerais. Publicação IEA – 316. Agudo, e. Garcia; Duarte, U.; Ohara, T.; Sanchez W. (1973). Estudos para o sistema de disposição de Santos - São Vicente. Relatório parcial número 3. Medição de vazão do esgoto. Publicação IEA – 319.

⁶⁸⁰ O CTR iniciou as suas atividades em 1972, com a criação do Departamento de Aplicações de Radioisótopos na Engenharia e Indústria. Posteriormente passou a ser denominado de Coordenadoria de Aplicações de Radioisótopos e das Radiações na Engenharia e Indústria (CARREI). Mais tarde ainda surge a denominação Departamento de Aplicações na Engenharia e Indústria (TE) e finalmente CTR. Na Instituição os nomes das unidades foram mudando e logicamente por razões outras que não só critérios estéticos. Não nos detivemos no caráter dessas mudanças e pretendemos fazê-lo em um trabalho posterior. Deixamos registrado que na maioria das vezes essas mudanças de nome estão em consonância com orientações políticas, mas o quadro de pesquisadores permanece o mesmo ocorrendo com a maioria das linhas de pesquisas. São mudanças mais de caráter gerencial. Na última ocorrida, pretende-se transformar a estrutura gerencial do IPEN em uma matriz, no lugar de uma pirâmide. Por isso, a mudança, mais uma vez para Centro no lugar de Departamentos ou Diretorias sendo que esses não estão colocados em uma linha direta com a superintendência como antigamente. As Diretorias antigas deram origem aos Centros atuais, já especificados por nós. Subsistem algumas Diretorias (Ensino e Formação C&T; Administração; Técnica; Segurança Radiológica e Projetos especiais). Ainda temos a Prefeitura do Campus do IPEN. Os Centros são as unidades de pesquisa. O Conselho Administrativo é formado pela Superintendência e pelas Diretorias. Temos, também, as Coordenações e Assessorias Corporativas (Comunicação Social; Qualidade, Meio ambiente e Segurança; Relações Institucionais e a Comissão de Pós-Graduação). Acima dessa estrutura está o Conselho Superior. No site do IPEN é possível visualizar o organograma da Instituição em 2003.

“Em 1988, entrei no IPEN e fiquei como bolsista por um período de dois meses. (...). Participei de um projeto com a COPESP. (...). Nós fazíamos o desenvolvimento de detectores de radiação, que estava inserido no projeto de controle da potência do submarino nuclear. (...). Ficamos em torno de quatro anos na parte de desenvolvimento e fabricação de protótipos, que eram testados no reator IEA-R1. (...). Foi construída uma sala especial para montagem de detectores. O TE (**como era chamado o Departamento**), nessa época, ganhou muita coisa em termos de laboratórios e equipamentos. A infra-estrutura do Departamento melhorou bastante. Tudo era financiado pela COPESP. (...). Foi um período muito bom para nós porque existiam recursos (...). Os protótipos estão à disposição. (...). Em seguida, tivemos uma experiência que foi a instalação de um acelerador de elétrons, que custou por volta de 1,5 milhões de dólares. Foi feita uma parceria com a COFIBAM, que é uma indústria nacional, fabricante de fios e cabos elétricos. A empresa tinha uma máquina, mas não tinha a instalação para colocá-la (acelerador⁶⁸¹ para a irradiação de fios e cabos elétricos)⁶⁸²”.

Pela própria característica cultural desde a criação, esta unidade se recuperou prontamente após o término da cooperação dos trabalhos com a Marinha. Aliás, acreditamos que saiu reforçada dentro daquela análise anterior que fizemos de que a Instituição mudou após a passagem da COPESP por nossas dependências.

“É a primeira vez que me fazem essa pergunta. Nunca analisei isso. Acho que você tem razão. Isso vale para as áreas que estiveram ligadas nessa parceria com a Marinha. As outras áreas que não tiveram essa ligação eu não acredito muito que tenha mudado. Quando você ganha competência, você faz as coisas mais rápidas. Na Radiofarmácia, (...), hoje, se desenvolve uma tecnologia para produzir um novo radiofármaco de uma maneira muito mais rápida do que quando você estava procurando os primeiros princípios⁶⁸³”.

Logo que terminou a cooperação com a COPESP esse Departamento, quase como um todo, se viu envolvido em vários projetos de grande porte, sendo muitos deles subvencionados pela AIEA. Isso acarretou outras parcerias com a transferência de tecnologia⁶⁸⁴. O Departamento, também, foi responsável pela instalação do ciclotron que, posteriormente, passou a ser um centro independente - Centro de Aceleradores Ciclotron sob a chefia do Sr. Wanderley de Lima, físico e pesquisador proveniente do IFUSP, que veio a trabalhar no IEA. Antes de comentarmos sobre as experiências de Lima na

⁶⁸¹ O IPEN entrou com a instalação e o pessoal para realizar a operação e a manutenção. A empresa entrou com a máquina e periféricos, recursos financeiros para instalar a máquina. Isso ocorreu em 1995, logo quando terminou o projeto com a COPESP.

⁶⁸² Entrevista gravada em 17/12/2002 com o Doutor Wilson Aparecido P. Calvo.

⁶⁸³ ⁶⁸³ Resposta do Doutor Claudio Rodrigues quando lhe foi perguntado se a parceria com a Marinha mudou a cultura da instituição. Entrevista gravada em 16/12/2003.

⁶⁸⁴ Entre os 150 clientes do CTR destacamos a Cofibam, Pirelli, Petrobrás, Companhia Siderúrgica Nacional, Hospital das Clínicas da USP, Hospital Albert Einstein, Hospital Sírio Libanês, UNICAMP, INPE, SABESP, CETESB, Rhodia, Carbocloro, etc.

Instituição, continuamos com o depoimento do Doutor Calvo que nos esclarecerá em particular a filosofia de trabalho do grupo do CTR.

*“Em função da pressão da classe médica para a nacionalização de alguns radioisótopos a CNEN adquiriu o ciclotron (...). Foi em torno de 1996, e foi inaugurado em 1998 (...) Foi uma fase muito boa, ficamos com o pessoal da firma (Ion Beam Application) da Bélgica (...), acompanhando a montagem, a construção do prédio, desenvolvendo algumas coisas como o sistema de segurança que foi todo feito pelos profissionais do Departamento. O ciclotron levou um ano para ser montado e, logo em seguida, foi separado por questões estratégicas da Instituição – o Doutor Claudio (**Rodrigues**) e o Doutor Fulfaro (**Roberto**) decidiram separá-lo. Ele ficou basicamente para a produção de radioisótopos. Logo em seguida nós tínhamos a ambição de construir um irradiador “multipropósito” (**irradiador de cobalto-60 tipo compacto com capacidade para 1000 kCi e tecnologia totalmente nacional**)*

Houve problemas, como sempre, de recursos para a construção do irradiador (ver Iconografia). Foi uma batalha enorme para conseguir a verba na FAPESP que durou quatro anos. Em janeiro de 2000, o montante aprovado era de R\$ 1.7000.000,00.e mais US\$ 400,000.00 para material importado (fontes radioativas, detectores). Seguindo a linha do Departamento originário, que desde o início fazia parcerias com diferentes segmentos da sociedade, a instalação escolhida simula uma escala industrial. Havia um outro sonho, também típico de pesquisadores e do próprio ser humano, de investir na área de braquiterapia. A pesquisadora Maria Elisa C. M. Rostelato é a responsável pela implantação e operação dessa unidade. Depois, vieram os fios de irídio, que foi um projeto com a AIEA, e os pesquisadores pensaram⁶⁸⁵ em fazer alguma coisa com sementes de iodo-125 para tratamento de câncer de próstata”.

“Em princípio a idéia era desenvolver o produto e nacionalizar a um custo muito baixo. Desenvolvemos o protótipo com sucesso e propusemos a CNEN que financiasse o projeto (R\$ 1.000.000,00). A CNEN não teve condição, mas a casa (IPEN), investiu em torno de R\$ 400.000,00. Conseguimos montar um laboratório para a produção. (...). Continuamos insistindo em um projeto FAPESP e, paralelamente a isso, se inicia a distribuição das sementes nacionais importadas a um custo mais barato. (...). 60% do mercado é atendido pelo IPEN. O projeto já foi aprovado pela FAPESP em um trabalho de operação com o Centro de Radiofarmácia (CR)⁶⁸⁶”.

⁶⁸⁵ Os pesquisadores, como o próprio nome revela, não se contentavam em trabalhar no que já estava bem estabelecido, desejam sempre inovar, mesmo nos períodos mais difíceis. Isso não é uma característica única do IPEN, mas não podemos nos esquecer da dificuldade que foi aceitar que tínhamos perdido uma parceria que se demonstrara promissora, não somente porque modernizou os laboratórios, mas que também permitiu ao IPEN colocar em prova a sua capacidade.

⁶⁸⁶ Entrevista gravada em 17/12/2002 com o Doutor Wilson Aparecido P. Calvo.

Hoje no mercado uma semente de iodo-125 custa em torno de 25.00 dólares e um paciente consome em torno de 100 a 125 sementes por cirurgia. Nacionalizando, o valor sai em torno da metade do preço. Antes de continuar com mais um trecho do Doutor Calvo, refletimos que este grupo sempre teve a perspectiva de transformar conhecimento e processo em tecnologia, diferentemente dos outros grupos do IPEN, da década de sessenta e setenta. Essa característica de certa forma facilitou, para o grupo, não só o gerenciamento como a orientação das pesquisas, quando a Instituição como um todo se viu sem uma perna do seu tripé que era o incentivo ao desenvolvimento de pesquisas na área do ciclo (o Estado por meio das verbas da CNEN). O cliente se desinteressou porque surgiram novas diretrizes políticas para C&T, no Brasil.

Para o CTR a atividade de irradiação de cabos elétricos continua ocorrendo e trouxe uma aquisição de conhecimentos tecnológicos para o IPEN. Resumindo entre o que esses pesquisadores fizeram temos que em 1995 o IPEN irradiou 2105 km de cabos elétricos chegando a 11.733km em 2001. Isso representou um aumento considerável nos serviços prestados por esse Centro (CTR) e um maior relacionamento com a indústria, mas ainda acreditamos que, embora o IPEN preste serviços num relacionamento de mercado, a indústria é beneficiada, uma vez que cobramos barato, e ela investe pouco em C&T com exceção, nesse caso específico, da Cofibam.

O Doutor Paulo Rela, outro pesquisador que representa bem o CTR, se formou em 1975 em engenharia mecânica pela Escola politécnica da USP e em 1976 em física no IFUSP. Iniciou as atividades no IPEN em 1975 atuando como engenheiro responsável pela Divisão das Oficinas, antigo IEO até 1986. Neste período, a oficina, embora prestasse serviços importantes para a comunidade de pesquisadores da Instituição, ainda ocupava duas a três salas no andar inferior do prédio do Reator. O Doutor Rela foi o responsável pelas novas instalações que contavam, na época, com modernos equipamentos para operações mecânicas de usinagens, de caldeiraria, de serralheria, e diversos tipos de soldagens, etc. Era uma oficina equipada para servir um grande instituto de pesquisa nas suas necessidades específicas. Este é um assunto que discutimos com bastante atenção anteriormente.

“Neste período fui o responsável pela montagem de uma série de laboratórios na Instituição, principalmente as células a quente (hot cell) que trabalhavam com material radioativo. (...). Participei da montagem de equipamentos na Engenharia Química, na Engenharia Nuclear (loop 150)⁶⁸⁷”.

Foi um período, em que foi introduzida uma nova filosofia de montagem de células a quente. Outra função que as oficinas realizavam era a manutenção (eletrônica e mecânica) dos equipamentos, a alta tensão das instalações, manutenção dos aparelhos de ar condicionados⁶⁸⁸ instalados nos laboratórios, etc.

Em 1986, o Doutor Relá foi para a iniciativa privada – Centro de Pesquisa da Pirelli – atuando no desenvolvimento de fibras óticas. Como o Doutor Relá saiu da faculdade e veio direto para a Instituição, sua experiência e formação no IPEN favoreceram sua ida para a Indústria privada. Na indústria, ele desenvolveu um sistema de formação de cabos com mais de trinta fibras compostas na mesma unidade, assim como a parte de automatização de fabricação dos cabos. Ainda, a experiência adquirida no Instituto, na parte de soldagem, acabou por ajudá-lo a introduzir uma linha de soldagem contínua de tubos de alumínio com fibra ótica no seu interior.

Posteriormente, retornou para as instalações do IPEN só que, desta vez, como funcionário da COPESP a convite do Doutor Othon Pinheiro da Silva, assumindo a gerência de desenvolvimento das ultracentrífugas de 1986 até 1989 quando, então, foi consolidada a tecnologia das ultracentrífugas. Neste período, foi produzido o primeiro quilo de urânio enriquecido no país segundo depoimento do Doutor Relá.

“Hoje em Aramar devem ter duas unidades com plantas de mais de mil máquinas em cada uma⁶⁸⁹”

Em 1989, segundo o relato do Doutor Relá, ele participou na COPESP dos trabalhos de nacionalização de componentes de válvulas que não se encontravam disponíveis no mercado interno e nem era possível a sua aquisição no mercado externo.

⁶⁸⁷ Entrevista gravada com o Doutor Paulo Roberto Relá em 2002.

⁶⁸⁸ Atualmente, quando precisamos realizar qualquer manutenção nos aparelhos de ar condicionados contratamos firmas externas.

⁶⁸⁹ Entrevista gravada com o Doutor Paulo Roberto Relá em 2002.

“Quem ganhou com isso? Foi a indústria química. Os sensores de membranas capacitivas passaram a se fabricados no país e a ser exportados⁶⁹⁰”.

A empresa Smart que fez o desenvolvimento passou a exportar essas membranas. Outros componentes que foram desenvolvidos, na época, foram válvulas de alto vácuo, sensores de vazão que são utilizados na indústria química. Em 1989, o Doutor Rela nos relata que retorna ao IPEN a convite do Doutor Fulfaro para chefiar o Departamento de Aplicações da Radiação na Engenharia e Indústria (atual CTR). A tarefa do Doutor Rela era realizar uma reformulação no Departamento de forma a interagir mais com a indústria. O Departamento tinha uma certa tradição, como comentamos, só que era mais voltada para a técnica em que se usam traçadores radioativos que é uma característica de um instituto de pesquisa ligado ao governo. O objetivo era fazer com que as máquinas disponíveis, os aceleradores de elétrons e irradiadores pudessem ampliar as aplicações para a iniciativa privada. A partir daí foi adotada como filosofia principal que cada item, objeto e processo que fossem desenvolvidos como pesquisa tinham que ter um parceiro, na comunidade industrial ou um mercado latente.

“Não se pesquisava dentro do Departamento se não houvesse um cliente final, de preferência para a indústria. Trabalhei como chefe de Departamento de 1989 até 1992, quando fui convidado pelo Doutor Fulfaro, que tinha assumido a direção da Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN (DPD), para ser o Assessor Técnico da Diretoria de Desenvolvimento de toda a CNEN⁶⁹¹”.

Em 1993, o Doutor Rela retornou ao IPEN como Diretor de Desenvolvimento de Produtos e Serviços, atendendo ao convite do Doutor Spero Penha Morato, que era o Superintendente do IPEN, assumindo os Departamentos subordinados a essa Diretoria (o atual CTR). Foi nesse período que se incrementou a produção de radioisótopos tanto de reatores como de máquinas ciclotrons.

Interessante é que, o atual Diretor Técnico do IPEN é um pesquisador com uma origem bem diferente dessa relatada acima. O Doutor Roberto Fulfaro é proveniente da Física Nuclear e discípulo de Marcello Damy de Souza Santos, como sabemos um físico experimental. No entanto, aquele pesquisador também aprendeu dentro da Instituição a ser mais dinâmico e a se adaptar às mudanças, pois no auge de sua carreira como pesquisador

⁶⁹⁰ Entrevista gravada com o Doutor Paulo Roberto Rela em 2002.

⁶⁹¹ Entrevista gravada com o Doutor Paulo Roberto Rela em 2002.

e chefe do Departamento de Física Nuclear, foi transferido, nos anos oitenta, para chefiar uma Diretoria totalmente à parte no Instituto, denominada Diretoria de Segurança Nuclear. Esta estava muito mais dirigida para prestar serviços internos de proteção radiológica ocupacional e ambiental, monitorando as atividades em todos os laboratórios que trabalhassem com material radioativo e o meio ambiente em torno da área de influência do Instituto. Um universo bem diferente daquele que o Doutor Fulfaro estava acostumado. O Doutor Roberto Fulfaro iniciou a sua carreira no Laboratório de Física do Estado Sólido da USP⁶⁹². No quarto ano da Faculdade de Física da USP já era contratado como pesquisador. Já tinha feito algumas disciplinas de pós-graduação na área de Estado Sólido. Tomou conhecimento de que na Instituição tinha chegado um “expert” americano, enviado pela AIEA, que pesquisava a estrutura de cristais usando um feixe de nêutrons.

Nesse período, primeira metade dos anos sessenta, tudo era resolvido, como já descrevemos, pelo Superintendente que era o Professor Pieroni. Este pesquisador tinha sido professor de ótica do aluno Roberto Fulfaro. Imediatamente o aluno foi aceito e teve que pedir demissão da USP. Mesmo que no período, a crise de falta de emprego não era ainda tão grave não existia um grande campo de trabalho para pesquisadores em física. Foi um grande risco assumido pelo aluno, que reflete a atração que um Instituto na área nuclear despertava nos jovens daquele período. O contato do Doutor Fulfaro com o professor Damy ocorreu quando este deixou a Presidência da CNEN e voltou para a Instituição, assumindo o cargo que lhe pertencia de chefe da Física Nuclear. Foi, nesse período, que construíram os espectrômetros dos quais comentamos alguns dos trabalhos anteriormente⁶⁹³. Eles trocaram cartas com um jovem pesquisador do Canadá que lhes fez algumas sugestões para o trabalho. O pesquisador, segundo relato do Doutor Fulfaro acabou ganhando o Prêmio Nobel. No entanto, fundamentalmente o grupo era orientado, no Brasil, pelo professor Damy.

O Doutor Fulfaro nos relatou que não tinha uma visão de tudo o que a Instituição significava, e que só conhecia a parte de física do IEA. Ainda nos relata que, com a partida do professor Damy para a UNICAMP, o professor Pieroni acabou nomeando-o para a chefia da Divisão de Física Nuclear e dois anos depois foi nomeado chefe do Centro que gerenciava a Física Nuclear, a Radioquímica e o Reator. Foi nesse período que o

⁶⁹² Entrevista realizada em 02/10/2002 e gravada com o Doutor Roberto Fulfaro Diretor Técnico no IPEN.

⁶⁹³ O pesquisador nos relatou que um espectrômetro custava em torno de US\$ 400,000.00, na época, e que o grupo conseguiu construir um gastando em torno de US\$ 25,000.00.

pesquisador começou a se inteirar das atividades do IEA e quais eram as suas finalidades. Não havia, e ainda não há efetivamente, eleições para os cargos de direção. A nomeação era feita pela escolha do Superintendente como um cargo de confiança. Há pouco tempo, com as novas diretrizes, foi implantado um sistema de eleição pela comunidade, mas efetivamente, isso só foi feito na CCTM quando, então, foi eleito Gerente o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade.

O Doutor Fulfaro tem a visão de que o IEA surgiu de uma maneira natural como um apêndice do Departamento de Física Geral e Experimental da USP. Temos uma visão diferente como já nos manifestamos, muito embora alguns físicos tenham vindo desse Departamento trabalhar no IEA.

“Os físicos precisavam de uma máquina nova e moderna e que estava em uso no período, na moda, era um reator de pesquisa que gerava nêutrons. (...). Para obter essa máquina fizeram articulações com o CNPq e com a USP que se habilitaram no Programa Átomos para a Paz. Conseguiram o reator atômico⁶⁹⁴”

Vimos que no início só tinha o reator, mas havia muitos projetos ousados para um país como o Brasil. É verdade que em volta do reator começaram as experiências e tudo o que resultou no atual IPEN. Foi necessário no início, também, um conhecimento de radioquímica e de proteção radiológica, pois as amostras que eram irradiadas saíam “ativas”. Pelos espectros de decaimento identificavam-se os materiais. Foi necessário obter o conhecimento de como os nêutrons interagem com a matéria, transmissão de nêutrons, absorção, espectro de nêutrons, fluxos, etc. Portanto, também era necessário um conhecimento especializado de física nuclear. Esse encadeamento conduziu à importância de se adquirir conhecimento da tecnologia de confecção de elementos combustíveis e, como se fazia o rodízio dos elementos combustíveis, tornou-se necessário obter conhecimentos de metalurgia nuclear. Como o material irradiado poderia ser usado para marcar moléculas foi dado também início à produção de radioisótopos já em 1959 com o iodo para suprir as necessidades da classe médica, como já discutimos. Isso conduziu à radiobiologia.

Assim foram criadas as Divisões, as Diretorias Temáticas, os Departamentos. No entanto, não nos esqueçamos que esse pano de fundo embora seja real, não é o principal. É

⁶⁹⁴ Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002. Naquele período realmente os físicos da USP dispunham de feixes de partículas carregadas. Os nêutrons eram a novidade do momento.

um tipo de raciocínio correto o que fizemos, mas não é o cerne da origem e desenvolvimento da Instituição. O objetivo central era dominar a tecnologia do ciclo do combustível. Seria um Instituto muito frágil se tudo fosse acontecendo dessa maneira tão espontânea. Tudo funcionava como uma ponte para se atravessar um rio caudaloso e atingir a outra margem, mas o objetivo principal não era a ponte. Depois que percorremos o Instituto, desde a sua criação, podemos falar isso como uma comprovação das nossas hipóteses iniciais.

Tínhamos, no início uma visão limitada da Instituição. Após um longo caminho em um debate conosco mesmo, com as fontes e os depoentes tecendo várias hipóteses diferentes e muitas vezes antagônicas, conseguimos vislumbrar novas idéias que não anulam aquelas iniciais, mas que também não são mais as mesmas. Neste processo acabamos por entender a história da Instituição.

Embora, desde o início falamos em continuidade e empenho, percebemos que esses, digamos, parâmetros que norteiam as atividades humanas, não são funções lineares do tempo. Existem avanços e retrocessos. Ainda fica o questionamento quanto à falta de continuidade só que com outro aspecto. Subjacente às políticas de desenvolvimento, em uma perspectiva macro, no caso o tempo de vida da instituição, percebemos que existiu uma continuidade na tradição implantada pelos primeiros pesquisadores. É assim que o professor Shiguelo Watanabe plantou uma semente que deu muitos frutos e de qualidade, os professores Marcello e Tharcísio Damy, o professor Fausto W. de Lima, o professor Pieroni, o professor Rui Ribeiro Franco e outros. A pós-graduação se fortaleceu, a biblioteca cresceu em quantidade e qualidade, os laboratórios foram modernizados, mesmo que à custa de compras de equipamentos no exterior, a produção de radioisótopos é uma realidade, algumas das competências adquiridas na época das pesquisas na área do ciclo do combustível estão dando frutos, ainda que não no objetivo principal que era o de construir reatores de potência e dominar todo o ciclo do combustível. Muito também ficou para trás e a desejar uma continuidade e um repasse para o setor produtivo. Assim também aconteceu com algumas pesquisas que, em alguns momentos, paradas definitiva ou temporariamente, acabaram dando frutos indiretos. Essa é a conclusão que chegamos depois de páginas de estudos e análises. Continuemos, no entanto, ainda um pouco mais antes de chegarmos a uma conclusão final. Queremos ir mais adiante analisando os

documentos para estarmos bem seguros sobre o que descartaremos e o que aceitaremos das nossas hipóteses.

Mais adiante comentaremos sobre os trabalhos que começaram na década de setenta e mesmo antes sobre corrosão de materiais voltados para os elementos combustíveis. A corrosão é uma deterioração do material por ação química ou eletroquímica do meio. Ela provoca perdas enormes em qualquer país. Imaginemos em países em desenvolvimento, que não podem perder dinheiro, pois não têm como repô-lo.

Um grupo do Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais (CCTM) se dedica a estudar esse assunto e comparar as diferentes ligas e materiais (ver Iconografia). Com esses estudos de processos de corrosão, poderemos reduzir enormemente perdas como a degradação de estruturas pela ação do meio ambiente. A experiência do grupo é o resultado dos estudos que começaram no antigo Centro de Metalurgia Nuclear para a área de elementos combustíveis.

“Na construção civil, barras de aço empregadas em estruturas de concreto armado também são objetos de estudos. Para proteger o sistema contra a corrosão, um estudo de doutorado propõe um processo de fácil aplicação e de baixo custo, empregando tanino, um produto nacional retirado da casca da Acácia negra (...). O produto já é utilizado para converter ferrugem. Em outro projeto de mestrado estão sendo estudados revestimentos à base de zinco utilizados pela indústria automobilística. Trata-se de uma proteção chamada catódica sacrificial, em que um material se corrói mais facilmente (no caso o zinco) e acaba protegendo o outro (o aço)”⁶⁹⁵.

Na Instituição temos muitos outros exemplos como esse. Além dessa tradição não nos esqueçamos da reprodução do comentário feito, logo acima, por Lessa que se encaixa bem no que estamos comentando⁶⁹⁶.

A tradição e a experiência em C &T sempre deixam as suas marcas positivas, mesmo que os resultados não tenham sido aqueles inicialmente previstos. O CTR, na década de setenta, trabalhava com traçadores radioativos. Uma tradição que perdura, mas renovada.

⁶⁹⁵ Órbitaipen (2002). Ano II, número 11. Julho / agosto. Área de Materiais desenvolve estudos contra a corrosão, página 5.

⁶⁹⁶ “Toda vez que você constrói instalações com alta tecnologia você aperfeiçoa e eleva o nível de desempenho de sua estrutura produtiva” Lessa, Carlos (2002). Energia elétrica não é “globalizável”. Brasil nuclear, página 6.

“Indústrias que produzem hidróxido de sódio e cloro pelo processo de eletrólise – como fabricantes de detergentes e desinfetantes – utilizam mercúrio no processo. Para saber se há variação, dessa quantidade de mercúrio, são empregados traçadores radioativos, no caso mercúrio-203. Após a diluição do radioisótopo na célula eletrolítica, é possível determinar a massa total do elemento presente em cada célula, pela determinação da concentração do traçador. A grande vantagem da técnica é permitir a quantificação da massa de mercúrio sem precisar parar a produção⁶⁹⁷ “.

Este é um trabalho de aplicações de traçadores que remonta o início do Departamento (atual CTR) nos anos setenta e está inserido em pesquisas realizadas para a determinação de tempo de residência, tempo de trânsito e vazão em processos industriais de plantas de tratamento de esgotos. O estudo teve o seu início marcado por um grande projeto, de 1972 a 1973, de estudo para o sistema de disposição oceânica de esgotos de Santos e São Vicente, para um emissário submarino⁶⁹⁸.

Esses pesquisadores já começaram as suas atividades, ainda que timidamente, com parcerias, sobretudo com a empresa pública na década de setenta. O perfil das suas atividades facilitava esse intercâmbio e ajudou no momento em que precisando de verbas para as suas pesquisas, fossem mais ousados na busca de parcerias que viabilizassem os seus projetos e sonhos, como bem atestam as palavras do Doutor Calvo. Outra interessante característica do grupo (CTR) que ficou destacada logo que começamos a pesquisar as atividades realizadas pelo Centro, é a formação de uma cultura de equipe e objetivos bem definidos facilitando com sucesso em dominar a tecnologia, difundi-la e transformá-la em inovação. Podemos dizer que essa é uma das conquistas desse grupo dentro do IPEN que definimos como um arquipélago composto de inúmeras ilhas que são os seus Centros, mesmo que a estrutura esteja mudando.

⁶⁹⁷ Órbitaipen (2001). Traçadores radioativos permitem estudar processos industriais. Ano II, número 7. Novembro/dezembro de 2001. Página 3.

⁶⁹⁸ O Departamento se envolveu em grandes projetos desde a sua criação. Destacamos : entre 1976 e 1978 a instalação do acelerador industrial de elétrons JOB 188 (0,3 mA a 25mA; 0,5MeV a 1,5MeV); em 1980 foi o domínio e implantação da tecnologia de indução de cor, por irradiação em cristais de topázio, em 1981, inaugurou o laboratório de produção de fontes seladas para gamagrafia industrial e controle de processos industriais; em 1993 ocorre a fundação da Associação Técnica Brasileira de Cura por Radiação (ATBCR) com sede no CTR e que abriga em torno de 40 empresas associadas.; Entre 1993 e 1997 trabalho dentro do projeto AIEA intitulado “electron beam treatment of wastewater” no valor de 550,000.00 dólares.; entre 1994 e 1998 trabalho em cooperação com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, na área de detectores e sensores de radiação com a construção de 12 módulos de plásticos cintiladores de grande volume para mapeamento cósmico; entre 1995 e 1996 projeto financiado pela AIEA no valor de 400,000.00 dólares intitulado “National Program on Radiation Sources Development and use in Brachytherapy of cancer.”; entre 1995 e 1996 instalação do acelerador industrial de elétrons JOB 307 (1,5mA a 65mA e 0,75MeV a 1,5MeV em parceria com a empresa Cofibam Condutores elétricos Ltda.; em 1999 é dominado a tecnologia de irradiadores de grande porte de cobalto-60 com a construção e instalação de um irradiador.; Em 2000 domina-se a tecnologia de produção de sementes de iodo-125 para tratamento de câncer de próstata e que consta com um projeto FAPESP aprovado para a produção em escala piloto das sementes de iodo-125. Ainda em 2000 ocorre a inauguração do Banco de Tecidos Biológicos no Hospital das Clínicas em parceria com o CTR que faz a radioesterilização (ver capítulo de iconografia).

Possivelmente, no futuro, a Instituição sofrerá mudanças e as parcerias entre Centros serão mais bem aceitas e o convívio mais suave. Alguns pesquisadores nos relataram as dificuldades de usar um equipamento dentro do Instituto que não fosse do seu próprio grupo. Muitas vezes tinham que ir usá-lo em outra Instituição.

O Gerente do Centro de Aceleradores Ciclotron, Wanderlei de Lima⁶⁹⁹, nos relatou a sua longa caminhada na sua carreira profissional. Este pesquisador passou várias vezes pelo IFUSP, trabalhando com o professor Oscar Sala no antigo Van Der Graaf, passando pela indústria, retornando ao IFUSP e, finalmente, veio com a sua bagagem cultural enriquecer a Instituição e ao mesmo tempo continuar a sua formação.

“Recebi um projeto individual do professor Sala de fazer uma fonte de íons para o Van Der Graaf, foi um trabalho de física, construindo um sistema ótico magnético. (...), estávamos fazendo uma reprodução de um projeto americano. (...). Após dois anos de problemas financeiros fui trabalhar em uma fábrica de bombas hidráulicas. (...). Fiquei cinco anos na indústria e houve uma oportunidade para voltar e concluir o curso de física. Devia quatro cadeiras. O professor Ernesto Hambúrguer me conseguiu uma bolsa na FAPESP. (...) em um ano conclui o curso e fui contratado pelo IFUSP, (...). Acabei também me transformando em um especialista em hidráulica. Por ser físico tive essa facilidade enquanto estava na empresa⁷⁰⁰”.

Toda essa experiência do pesquisador foi importante para a montagem do ciclotron do IPEN. Na realidade, como ele mesmo se denomina, temos um físico-engenheiro. Esse é um caso em que a formação foi realizada fora do Instituto, mas mesmo assim, continuou posteriormente, a se realizar no IPEN.

“Quando o Peletron do IFUSP estava construído teve dificuldades para entrar em operação, por problemas no sistema hidráulico de refrigeração. Não se conseguia a estabilidade da pressão. (...). Na descida tinha muita flutuação de pressão que comprometia os equipamentos delicados. (...). O professor Sala foi informado, pelos engenheiros, que tinham projetado o sistema, que todas as possibilidades estavam esgotadas, mas me indicaram para tentar resolver o problema. (...) acabei saindo da física experimental e indo trabalhar no Peletron, conseguindo resolver o problema de estabilização da pressão⁷⁰¹”.

Exemplos como esse nos demonstram a importância da sinergia entre a teoria e a prática para que sejam resolvidas questões tecnológicas e se desenvolvam C&T. As experiências e

⁶⁹⁹ Entrevista gravada em abril de 2003 durante vários dias, extremamente esclarecedora, mas que não reproduziremos integralmente nesse trabalho por motivos de opção metodológica.

⁷⁰⁰ Entrevista gravada com Wanderlei de Lima em 2003.

⁷⁰¹ Entrevista gravada em abril de 2003 com Wanderlei de Lima.

os estudos sedimentam o substrato mental. No caso particular desse pesquisador houve ainda um acréscimo na sua formação propiciado pela sua passagem pela Secretaria de Ciência e Tecnologia no Ministério Federal em torno de 1984, quando era o primeiro Secretário Baltista Vidal, físico da Bahia. Nessa secretaria ele teve a oportunidade de trabalhar com um levantamento das condições das indústrias eletro e eletrônica no Brasil onde se pesquisou a situação da época, as perspectivas futuras, pontos de estrangulamento, etc. Essa é uma outra bagagem que o capacitou para trabalhar de maneira diferenciada na instituição. Um dos resultados dos trabalhos foi a introdução na Zona Franca de Manaus de um critério tecnológico no cálculo de imposto. Foi a primeira vez, segundo o depoente, que se iniciava dentro de uma equação de cálculo de imposto um conceito tecnológico⁷⁰².

Outros pesquisadores que trabalham atualmente no Centro de Aceleradores Ciclotron tiveram uma passagem dentro da Instituição bastante rica. O Doutor Valdir Sciani, responsável pela produção de radioisótopos no ciclotron, é um dos muitos exemplos, que começou a sua carreira como aluno de pós-graduação, no final da década de setenta, sob a orientação do Doutor Georgi Lucki, no antigo Centro liderado pelo professor Shigueo Watanabe.

“Fico muito satisfeito de poder participar da história do IPEN, pois nos dedicamos de corpo e alma ao IPEN, há muito tempo”⁷⁰³

O Doutor Valdir Sciani ingressou no IPEN como bolsista, em 1975, no grupo do Doutor Georgi Lucki que se ocupava de danos de radiações em materiais. No início de 1976 iniciou os estudos de pós-graduação. Fez parte da primeira turma de pós-graduação do IPEN. Defendeu o mestrado em 1978. No meio tempo, o grupo que estava na antiga Coordenadoria de Ciência e Tecnologia de Materiais (CCTM), foi transferido para a antiga CARREI. Após a defesa do mestrado em 1978, o pesquisador iniciou o programa de doutorado tendo ainda o Doutor Lucki como orientador.e na mesma linha de pesquisa de danos de radiações em materiais, ligas metálicas. Nesse período, houve a oportunidade de realizar toda a parte experimental do seu trabalho no Centro de Pesquisas Nucleares na

⁷⁰² Dependendo do grau de nacionalização o imposto caía. O grau de nacionalização envolvia conceito tecnológico. Se ao invés de importar uma placa montada com os componentes estrangeiros, esta fosse montada com componentes nacionais o critério era completamente outro. Foi implantado um sistema com uma simplificação, uma vez que a equação original era bastante complexa. Logicamente, esse detalhe não está diretamente ligado com o IPEN, mas certamente nos faz refletir sobre os incentivos para desenvolvimento de C&T no país.

⁷⁰³ Entrevista gravada com o Doutor Valdir Sciani em 2003.

Alemanha⁷⁰⁴ onde estava instalado um ciclotron CV28. o mesmo modelo do primeiro que foi instalado no IEA. Após dois anos, o pesquisador retornou ao Brasil. Retornando ao IPEN escreveu a tese e defendeu em 1985. Ressalta-se que, durante o desenvolvimento da parte experimental foi possível desenvolver dispositivos para irradiação em ciclotron.

O estudo de danos de radiação na Instituição visava a um maior conhecimento dos materiais estruturais e testes realizados durante a irradiação, pois simulava uma situação real de difusão acelerada com o intuito de prever a durabilidade de peças submetidas à irradiação, ou seja, estudar a vida útil dos materiais que fossem usados em um reator de potência. Esta experiência profissional e as características específicas da Instituição⁷⁰⁵ acabaram abrindo um novo horizonte, que é a beleza típica de quem trabalha em qualquer ramo de atividade, assim como em C&T. A carreira do Doutor Valdir se dirigiu para a produção de radioisótopos e ele se especializou no desenvolvimento de dispositivos alvos para a produção de radioisótopos. Isso foi intensificado na década de noventa⁷⁰⁶.

O ciclotron passou a ser um importante equipamento para a produção de radioisótopos. O primeiro radioisótopo a ser colocado em produção rotineira foi o gálio 67, depois o iodo 123. Mais recentemente (1997), o flúor 18. Além desses, entre 1985 e 1998 alguns outros radioisótopos foram desenvolvidos pelo Centro de Radiofármacos (dissertações de mestrado e teses de Doutorado), não entraram em produção rotineira, mas serviram como acúmulo de experiência para outros desenvolvimentos. Alguns outros estudos foram realizados em parceria com o IFUSP, a Física Nuclear do IPEN e um intercâmbio com a Universidade Fluminense do Rio de Janeiro.

“Nos últimos anos de operação do CV28 ele foi destinado, quase que a totalidade do tempo, em irradiações para produção de radioisótopos para uso em medicina. O ciclotron CV28 foi originalmente projetado para pesquisa em diversos campos (...). Ele é um ciclotron bastante versátil, pois acelera quatro tipos de partículas. – prótons, deuteron, ³He, e partículas alfa – com energia variável. Não era um ciclotron apropriado para a produção de radioisótopos. Ele foi usado até 1998, mas com o aumento crescente da demanda em radioisótopos houve a necessidade de se investir em um ciclotron que tivesse mais as características de produção. (...). Foi quando o IPEN resolveu fazer um pesado investimento na compra de

⁷⁰⁴ O Doutor Valdir trabalhou em danos de radiação só que utilizando o ciclotron em um programa para materiais para reatores de fusão e participou de estudos de difusão de He em metais e que foi o tema da tese de doutorado.

⁷⁰⁵ A linha de pesquisa amplamente por nós comentada que foi traçada pela direção do Instituto que foi a produção de radioisótopos.

⁷⁰⁶ Os radioisótopos produzidos em ciclotron são o gálio 67, o iodo 123, o tálio 201, o índio 111 e o flúor 18 que são os mais importantes.

*um novo acelerador com uma nova concepção. Foi adquirido um ciclotron de íons negativos, próprio para a produção comercial de radioisótopos*⁷⁰⁷”

Em outras passagens, já comentamos sobre a produção de radioisótopos e o seu significado para a sociedade e a inserção desse campo de pesquisa e produção dentro das novas orientações de pesquisas na área nuclear para países como o Brasil. Só acrescentaremos que, mesmo com precariedade de verbas, a Instituição investiu em um novo ciclotron e dentro dos seus projetos foi uma decisão acertada. O novo ciclotron foi adquirido da Bélgica, um ciclone 30. A produção de flúor que era realizada no CV28 foi transferida para o novo acelerador com a construção de novas células para desmontagem dos alvos irradiados, novo sistema de monitoração ambiental. Após a implantação da produção de flúor, houve um grande esforço de três centros do IPEN (CAC, CR e o CTR) para o desenvolvimento de um dispositivo de irradiação, inteiramente nacional, de gás xenônio⁷⁰⁸ para a produção de iodo 123. Isto possibilitou uma economia de divisas e o desenvolvimento de uma tecnologia que beneficia o país. O sistema tinha para a época uma tecnologia sofisticada de automações. Ele se mostrou de confiabilidade e, como já comentamos em outro trecho, a própria empresa que vendeu o novo ciclotron se mostrou interessada em divulgar o irradiador como parte da lista de produtos oferecidos pela Ion Beam Applications.

Outro exemplo a mais, que podemos citar, localiza-se no Centro de Lasers e Aplicações (CLA). O Doutor Nilson Vieira Jr. que começou a sua carreira no IPEN, em 1979⁷⁰⁹, após ter realizado a sua dissertação de mestrado no IFUSP (mestrado em física nuclear), quando foi convidado pelo Doutor Spero Penha Morato (coordenava a Área de Processos Especiais) para desenvolver um projeto junto com o CTA (Sepisla), ligado ao programa de separação isotópica brasileiro via Laser. Trabalhavam no projeto, desde aproximadamente 1978 o Doutor Sérgio Porto da UNICAMP e mentor científico do projeto, o Doutor Claudio Rodrigues⁷¹⁰ pelo IPEN (chefiava o Centro), o Coronel José Alberto Amarantes do CTA e o Doutor Othon Luiz Pinheiro da Silva pela Marinha. O objetivo como já sabemos era de procurar o domínio da tecnologia do ciclo do combustível nuclear, nesse caso que envolvia a separação isotópica que é uma das áreas mais sensíveis do domínio. Mais uma

⁷⁰⁷ Entrevista gravada com o Doutor Valdir Sciani em 2003.

⁷⁰⁸ US\$ 920,000.00/0,5kg

⁷⁰⁹ Realizou o seu doutoramento, na área de Laser, nos EUA no Bell Laboratory entre 1981 e 1984.

⁷¹⁰ Ver Iconografia onde consta a fotocópia da carta do Doutor claudio Rodrigues para o professor Pieroni que prenuncia o projeto.

vez, só que agora já quase na década de oitenta, a energia nuclear era um campo que envolvia os pesquisadores com o seu caráter de “big science”.

O Doutor Nilson D. Vieira Jr. ficou responsável pelo desenvolvimento de um Laser de estado sólido, um projeto que começou realmente na antiga CCTM do professor Watanabe, nos trabalhos de espectroscopia ótica de cristais (LiF). A Doutora Izilda Márcia Ranieri fez mestrado sob a orientação do Doutor Spero nessa área. Em 1979, o Doutor Nilson e a Doutora Izilda trabalharam juntos, até 1981, nesse projeto, quando conseguiram fazer o primeiro laser de estado sólido, totalmente fabricado no país. Paralelamente, o projeto de separação isotópica estava caminhando. Encontrava-se no grupo o Doutor Umberto Riella que era responsável por conseguir a evaporação do urânio atômico. Outros pesquisadores trabalhavam na parte ótica sendo que do IPEN trabalhavam a Doutora Maria Sylvia Gorski e o Doutor Armando Mirage. Esta primeira citada, em outra passagem, por causa do desenvolvimento dos contadores Geiger. Outros pesquisadores trabalhavam com lâmpada de catodo oco.

Este projeto, separação isotópica, que inicialmente estava inserido no projeto maior de domínio do ciclo do combustível, formou pesquisadores até 1984 quando retornou para o CTA. Essa é uma discussão que não nos embrenharemos nesse trabalho, pois merece uma atenção especial e pesquisas adicionais que poderão ser realizadas no futuro.

O importante é que esse grupo, parcialmente vindo da antiga CCTM coordenada pelo professor Shigueo Watanabe foi o embrião do atual CLA. Uma parte da competência adquirida ficou no IPEN e permitiu que se desenvolvesse uma capacidade de desenvolvimento de lâmpadas de catodo oco ou frio, e em particular a lâmpada de urânio⁷¹¹. Esta competência que foi desenvolvida pelo Doutor Armando Mirage até hoje é importante e o IPEN fornece as lâmpadas para o CTA. Apesar da separação entre os grupos envolvidos, os pesquisadores do IPEN conseguiram, graças à experiência adquirida, continuar a alçar o vôo só que dessa vez um vôo solo.

“Com o descolamento do projeto de separação isotópica do IPEN (...), nós perdemos entre aspas essa vertente nuclear que era o guarda chuva do nosso trabalho. Tínhamos uma área de desenvolvimento de materiais ópticos eletrônicos (...), desenvolvimento de lasers que estavam de certa forma voltados para a

⁷¹¹ O átomo presente na lâmpada está livre e as transições atômicas servem de referência para a sintonia dos lasers para o processo de separação.

área de separação isotópica ou de fusão que era um sonho para um país de terceiro mundo como o nosso, e, não teríamos condições financeiras de acompanhar o que existia de mais moderno, mais investigativo na área nuclear, que seria o processo de fusão, de produção de energia limpa que é um sonho da humanidade⁷¹²”.

Quando o projeto do CTA se separou do IPEN, o grupo ficou a princípio sem desafios, uma vez que a vertente do momento era nacionalista e compreendia, entre outros desenvolvimentos na área nuclear, a separação dos isótopos de urânio visando ao enriquecimento isotópico. Acrescentamos que, inicialmente, o Doutor Othon Pinheiro da Silva e a sua equipe estavam fisicamente, também, alojados no prédio do atual CLA. O clima era de muito nacionalismo, pois eles trabalhavam no projeto das ultracentrífugas. Ainda não falamos em detalhes do projeto. Ele começou com uma reengenharia. As bombas do tipo turbo-moleculares, que giravam em alta velocidade, serviam para orientar o processo de separação isotópica por ultracentrifugação. As ultracentrífugas que tinham sido compradas pelo Almirante Álvaro Alberto, isso já é bem conhecido⁷¹³, também foram trazidas para estudos pelo grupo liderado pelo Almirante Othon Pinheiro da Silva (ver Iconografia).

*“Os americanos nos obrigaram a emparedá-las (as **ultracentrífugas**) (...). Elas foram retiradas e foram trazidas para o IPEN, tinha uma sala onde elas ficavam escondidas, para estudo. (...). Às vezes nós tínhamos visitas de delegações americanas que eram compulsoriamente aceitas pela Instituição e tínhamos que mostrar tudo o que fazíamos. Corríamos o risco deles perceberem que existia um programa em andamento. O início do projeto de separação isotópica via ultracentrifugação, também ocorreu aqui na área de processos especiais. Depois a Marinha fez os seus prédios e levou o projeto, apesar do IPEN ter continuado com a sua parte de engenharia, em cooperação com o projeto da Marinha até o seu êxito. Em 1986 o Brasil conseguiu o domínio do processo e hoje virou uma realidade nacional. A INB vai entrar em separação industrial e acredito que existe um mercado enorme para esse produto, para urânio (**enriquecido**) para a geração de energia⁷¹⁴”.*

Voltemos ao Centro de Lasers e Aplicações (CLA). Quando o grupo estava trabalhando com o professor Sérgio Porto, sua diretriz foi que se dominasse a produção de lasers do estado sólido de alta potência. Segundo o Doutor Nilson Vieira Jr. O Doutor Porto

⁷¹² Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷¹³ Quando o Brasil quis entrar no ciclo nuclear na década de cinquenta, que coincidiu com o mesmo período de fundação do CNPq, as ultracentrífugas foram importadas alguns anos depois. Toda a série de acontecimentos é bem documentado e citamos o livro O Almirante e o novo prometeu. Álvaro Alberto e a C&T. Motoyama, Shozo; Garcia, João Carlos (1996). Organizadores. São Paulo. UNESP/CHC –USP.

⁷¹⁴ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

acreditava que esse domínio era importante não somente para a área nuclear, mas também para a independência do Brasil nessa área tecnológica. O IPEN tinha a tradição na área de materiais que começou com o desenvolvimento de materiais dosimétricos e, depois, foi desenvolvida a parte de crescimento de cristais com o Doutor Spero Penha Morato e a Doutora Arlete Cassanho⁷¹⁵. Estes dois pesquisadores consolidaram o laboratório de crescimento de cristais que hoje consegue crescer cristais de altíssima qualidade ótica para produção dos lasers.

“É uma competência única. Acho que na América latina não tem nenhum grupo que consiga produzir os cristais com a qualidade necessária para produzir laser. Baseado nessa competência ampliou-se o grupo. (...) que começou a fazer o desenvolvimento das fontes para alimentação e o desenvolvimento da parte ótica (...) do laser”⁷¹⁶

Quando o grupo começou a ganhar prestígio junto à comunidade científica isso facilitou a aprovação de um projeto FINEP. Foi o primeiro projeto em que se tentava recurso de um órgão de fomento Federal.

“Foi à primeira solicitação de recursos que o IPEN fez para o sistema Federal. (...). O Doutor Spero sempre conta essa história. O primeiro projeto, que foi tentado, e a CNEN, cujo Presidente, na época, era o Doutor Rex Nazareth, não queria aprovar. Segurou até o último dia. Finalmente acabou assinando (...) e nós ganhamos o projeto. Recebemos recursos do sistema Federal, do PADCT, (...). Fizemos o primeiro protótipo de laser com uma certa potência. Tinha uma corrente de laser de semicondutores que estava sendo desenvolvida, naquela época, que era de outra natureza, (...) na Telebrás. Outro esforço que existia no Brasil que veio, posteriormente, foi o do CTA na área de laser do estado sólido. Ficou sob a nossa responsabilidade, na nossa área que se chamava Divisão de Ótica Aplicada, fazer esse desenvolvimento”⁷¹⁷.

Foi desenvolvido o primeiro laser e depois foi feito um segundo. O grupo conseguiu mais apoio do PADCT e veio a desenvolver um conjunto de lasers. Em 1986, existia um problema de difícil solução com as ultracentrífugas⁷¹⁸. Além do mais, a sua estrutura é muito complexa com um problema adicional, é construída com um aço especial (maraging) cuja tecnologia de fabricação foi desenvolvida no Brasil, na época das pesquisas para

⁷¹⁵ A doutora Arlete Cassanho trabalhou no Laboratório Bell e veio a se tornar uma competência na área de crescimento de cristais. Atualmente ela se encontra nos EUA. Ver iconografia.

⁷¹⁶ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷¹⁷ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷¹⁸ As ultracentrífugas têm uma rotação com alta frequência que normalmente não é revelada por ser um parâmetro sensível porque é muito difícil de ser obtido e é importantíssimo para o seu funcionamento.

enriquecimento isotópico, como nos tinha sido relatado pelo Doutor Othon Pinheiro da Silva.

“O aço de que são feitas as ultracentrífugas não são vendidos e nem repassadas as tecnologias de fabricação. O Brasil desenvolveu essa tecnologia e não a repassa⁷¹⁹”.

As ultracentrífugas também são constituídas de mancais magnéticos que também são considerados uma alta tecnologia. Em alta velocidade, começavam a ocorrer problemas de ressonância e precisava parar para rever o balanceamento de massa. Isso implicava em atraso no projeto tornando-o inviável. O enriquecimento é realizado em cascata de uma ultracentrífuga para outra.

“Precisava parar a ultracentrífuga, (...), para se fazer a correção da massa. (.). Isso demorava muitas horas. (...) e inviabilizava o projeto porque para produzir uma cascata você necessita de muitas ultracentrífugas e para reparar o problema acabava ficando impossível. Nós procuramos uma solução alternativa. (...). Pensamos em fazer um balanceamento dinâmico usando laser. (...). Naquele momento, embora tivéssemos uma experiência muito boa, ainda não tínhamos o suficiente para fazer um laser que trabalhasse de forma rotineira. A COPESP definiu um grupo de pesquisadores para ir buscar no mundo a solução. O Doutor Spero, (...) e eu saímos, fizemos uma viagem extremamente longa, passamos por quase trinta empresas de laser buscando-os já prontos para poder executar a tarefa. (...). Isso foi em 1986⁷²⁰”.

O grupo de pesquisadores, enviados pelo mundo para solucionar o problema acima descrito, acabou por descobrir uma empresa nos EUA que era especialista em balanceamento dinâmico. Segundo depoimento do Doutor Nilson D. Vieira Jr., foram mostrados vários exemplos de balanceamento dinâmico. Um deles era um pedaço de aço que eles identificaram como sendo parte do programa nuclear americano.

“Então eu e o engenheiro que nos acompanhava olhamos e vimos que lá tinha alguns dados (...), que eram sigilosos. Enquanto conversávamos o engenheiro Eduardo deu um jeito de colocar o cilindro em cima do caderno e traçou as medidas (...). Isso era um dado estratégico que não era conhecido no Brasil. Essa informação foi vital para os desenvolvimentos posteriores da Marinha⁷²¹”.

Ainda o Doutor Nilson nos relatou que indicaram para a Marinha a empresa que poderia lhe fornecer o laser necessário. Foram comprados dois, mas foram impedidos de vir para o

⁷¹⁹ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷²⁰ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷²¹ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

Brasil. Lembremos da entrevista do Doutor Claudio Rodrigues⁷²² sobre as dificuldades de toda ordem que enfrentamos, comentada anteriormente.

*“Os EUA retiveram os lasers em Washington que não puderam embarcar para o Brasil. Mudamos de estratégia, e resolvemos que os lasers ficariam na Comissão Naval em Washington. Fizemos uma segunda viagem. Foram o militar Claudio Motta e (...). Inspeccionaram o laser e aprenderam, tiraram algumas partes, componentes especiais e trouxeram para o Brasil. Fizemos o primeiro laser que tinha a característica do laser americano. (...). Esse laser é o que está de protótipo, hoje, aqui na frente do prédio e foi pago pela Marinha para ser executado e atingiu os seus objetivos. A Marinha nesse processo todo descobriu métodos alternativos e mais eficientes de fazer esse processo (**balanceamento de massa**). A nossa contribuição para o projeto de ultracentrífuga foi bem sucedida, mas não se viabilizou porque eles conseguiram uma alternativa melhor. Estas ultracentrífugas vão se transformar em uma grande usina de separação isotópica.”⁷²³.*

Este processo capacitou a antiga Divisão de Ótica, e, atual CLA a desenvolver laser de alta potência. O protótipo que foi desenvolvido para a Marinha tinha uma energia por pulso já significativa⁷²⁴.

*“Então, fizemos um laser de 37J/pulso (ver **Iconografia**), que fura uma chapa de aço de 1mm de espessura e 1mm de diâmetro, em um só tiro. (...). Acredito que tenha sido o laser de potência mais elevada feito no Brasil. Nós nos capacitamos e desenvolvemos vários lasers. A partir daí começamos a buscar as aplicações, já no final da década de oitenta e começo da década de noventa”⁷²⁵.*

Segundo documentos da Instituição⁷²⁶ os pesquisadores do CLA estão desenvolvendo um projeto modular de um laser compacto de altíssima potência da ordem de TeraWatt. No momento este equipamento, único no hemisfério Sul (ver Iconografia), é conhecido como Tcubo (Table Top TeraWatt Laser). No estágio atual dessa tecnologia toda a potência elétrica gerada no mundo é de 1,5 TeraWatt. A principal característica tecnológica desse tipo de laser é o tempo de duração de seus pulsos luminosos e a precisão da área em que são focados. Com essa característica é possível atingir altíssimas potências com o equipamento instalado sobre uma mesa com cinco metros quadrados. O estágio da tecnologia atual permite que se realizem aplicações como ablação não térmica, ou seja, corte sem aquecimento, que preserva a estrutura e as propriedades de materiais inorgânicos

⁷²² Atual Superintendente do IPEN.

⁷²³ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷²⁴ Faixa de 5J/pulso.

⁷²⁵ Entrevista com o Doutor Nilson Vieira Jr, Gerente do CLA em 2003.

⁷²⁶ Órbitaipen. Ano III, número 14. Janeiro/fevereiro 2003. Laser de altíssima potência abre novas fronteiras do conhecimento. Página 8.

e biológicos. É possível realizar cortes extremamente precisos em metais e em tecidos neurológicos evitando danos nos tecidos adjacentes. Uma outra aplicação importante que começa a ser bem requisitada são as aplicações odontológicas, na remoção de cáries, e oftalmológicas, em transplantes de córnea.

Optamos por relatar alguns detalhes das tecnologias desenvolvidas ou em início de desenvolvimento que se realizam na Instituição no final do século XX e início do XXI. Necessitaremos destas descrições para fundamentar as nossas hipóteses mais adiante. É um recurso para aqueles que não estão familiarizados com a área ou mesmo com a vida da Instituição e que não conseguiriam, prontamente, sentir o clima cultural que impera nos dias de hoje no Instituto (ver Iconografia).

O tema do trabalho é muito amplo e nos obriga, a cada vez que nos desviamos por uma vereda, a voltar para a linha principal dos nossos objetivos. Voltando à década de setenta, os trabalhos continuam na área de produção de radioisótopos, física do estado sólido, engenharia nuclear, metalurgia nuclear, detecção e dosimetria da radiação, purificação de urânio, física nuclear, termoluminescência, preparação de óxidos de urânio para obtenção de tetrafluoreto de urânio além dos estudos das características estruturais de material prensado para a confecção de combustíveis nucleares.

Com bastante ânimo e coragem os pesquisadores passam toda a década de setenta. No entanto, dentro da instituição o universo é realmente fechado. Não temos um estudo da vida dos pesquisadores fora do Instituto. Só comentamos o que está ocorrendo nas suas vidas de pesquisadores, em seus laboratórios. No entanto, face aos seus comportamentos inteiramente dedicados a questões epistemológicas, enquanto estudiosos de uma tecnologia, supomos que isso deveria refletir nas suas vidas enquanto cidadãos, pois não há como nos compartimentar. As suas vidas eram dedicadas à ciência.

Conforme vamos analisando as referências bibliográficas e acompanhando o número de servidores da Instituição (anexo II), observamos que continua um espectro enorme de linhas de pesquisa na mão dos mesmos pesquisadores que vão crescendo, é bem verdade, ano após ano, mas nada comparável com a quantidade dos pesquisadores que atuam nos

países avançados. A direção dos Departamentos, Centros, Divisões, gira sempre em torno dos mesmos nomes⁷²⁷.

Na década de setenta, a física nuclear está bem sedimentada na Instituição com uma linha de pesquisa voltada mais para física experimental do que teórica, mas com o seu quadro de mestres e alunos sentindo muito orgulho de serem pesquisadores antes de prestadores de serviço. Um dos pesquisadores da nova geração que entra em 1976 no IEA é o atual Doutor Reynaldo Pugliesi que, como o Doutor Parente, desde criança, já viu manifestada a sua atração pela carreira de física. A sua vocação para a área científica acabou por conduzi-lo a cursar a faculdade de física. Começou na Instituição como bolsista de mestrado sendo entrevistado pela Doutora Cleide Renner, falecida prematuramente. O Doutor Pugliesi foi orientado pelo Doutor Roberto Fulfaro – metrologia nuclear - que tinha sido orientado pelo professor Damy. Assim estamos na terceira geração da Instituição. A tradição de pesquisa está realmente bem amadurecida.

Em 1978, o Doutor Pugliesi terminou sua redação de mestrado e foi contratado em seguida, ainda na gestão do professor Pieroni, quando não havia os concursos para ingresso na Instituição. Terminado o Mestrado foi trabalhar com o Doutor Laércio Vinhas que ainda estava na Física Nuclear, e acabou sendo o orientador de Doutorado do pesquisador. No entanto, o Doutor Pugliesi, como quase todos os pesquisadores desse período, foi para o exterior, no caso para a Alemanha no KFA, com uma bolsa proveniente do acordo do Brasil com aquele país. Defendeu a sua tese em 1983. Em 1984, assumiu, no lugar do Doutor Vinhas, a cadeira de pós-graduação de Nêutrons Lentos a qual continua a lecionar até os dias atuais. Podemos perceber que existe uma tradição que é seguida de geração para geração. No entanto, o perfil da Instituição mudou como já comentamos e hoje vemos o Doutor Pugliesi, apesar de continuar com sua linha de pesquisa acadêmica, realiza trabalhos de prestação de serviços para a sociedade. Mesmo o grupo da física nuclear que era o mais acadêmico do IEA, acabou absorvendo a nova cultura da Instituição.

“Da neutrongrafia já se valeram instituições como o Instituto do Coração (INCOR), o Centro Técnico Aeroespacial e a Embraer (...). Em pás de turbina de aviões, foguetes e até satélites é possível determinar

⁷²⁷ Isso foi verificado fazendo-se a análise das publicações IEA/IPEN da década de setenta, oitenta e posteriormente noventa. Não as reproduziremos aqui, pois se encontram disponíveis na biblioteca do IPEN, além do mais acrescentaríamos páginas e páginas um pouco áridas para a leitura. No entanto, algumas foram referenciadas ao longo do trabalho para se dar uma idéia das linhas de pesquisas realizadas todos estes anos. Alguns trechos foram reproduzidos quando essenciais à explicação assim como outros trechos das entrevistas.

falhas como a existência de bolhas e falta de material pirotécnico (...). Um uso bastante difundido no exterior, de acordo com o físico Reynaldo Pugliesi, Doutor em Tecnologia Nuclear, é a inspeção de air bags (...)»⁷²⁸.

No governo do General Figueiredo surge uma complicação a mais para a análise, ou seja, o acordo do Instituto com a Marinha⁷²⁹. Achamos importante comentar que, sem desmerecer a Instituição, as teses, dissertações e trabalhos que foram realizados na área do ciclo do combustível acabaram, em sua maioria, fechando a década de setenta sem viabilizar o repasse do conhecimento adquirido para a indústria. Realmente, é estranho que os pesquisadores, já experientes, não pudessem testar a viabilidade dos seus processos. Um trabalho em escala de laboratório é extremamente difícil, pois é realizado em escala diminuta em comparação com a escala industrial. Não necessariamente, aliás, muito pelo contrário, quando passamos um processo da escala de laboratório para piloto significa duplicar as dimensões de todo o sistema realizado em escala de laboratório. Em escala industrial é muito mais complicado, pois o processo envolve resistência dos materiais, produção em série, durabilidade, corrosão, etc. Um pesquisador por mais alienado que seja, tem, nem que seja para alimentar o seu ego a necessidade de ver o seu trabalho sendo divulgado para a comunidade científica e para a sociedade. Se além do ego, existe a consciência social então essa necessidade é muito mais imperativa.

Com esse clima chegamos na década de oitenta. Nessa década vamos encontrar a Instituição ávida para trabalhar em parceria com a Marinha. O Almirante Othon nos relata que em 1979 quando no primeiro contato com o IEA, ainda para consulta e observação, sobre a viabilidade da parceria, o professor Pieroni levanta-se da cadeira e exclama:

“Estava esperando por essa proposta há anos!”⁷³⁰.

Em algumas conversas informais dentro da Instituição o Doutor Claudio Rodrigues nos relatou que, na época em que fazia os seus estudos nos EUA, teve a oportunidade de conhecer o Doutor Sérgio Porto e o Doutor José Alberto Amarante e que ambos já concebiam o projeto teoricamente em conversas particulares e que pensavam na

⁷²⁸ Órbitaipen (2001). Centro realiza atividades diversificadas e agiliza setor de serviços. Ano I. Número 3. Março/abril de 2001. Página 8.

⁷²⁹ Em 1979, ainda na gestão do Doutor Pieroni ocorrem conversas, não oficiais, entre a Marinha e o IEA. Estas acabaram resultando na gestão de Hernani Amorim no convênio oficial (506/001/81) que regulamenta a participação do IPEN no Programa de Desenvolvimento da Tecnologia de Propulsão Nuclear, e define a área do IEA a ser cedida para a COPESP.

⁷³⁰ Entrevista com o Almirante Othon Pinheiro da Silva.

importância para o país desenvolver tecnologia na área do ciclo do combustível⁷³¹. Estes são conhecidos pelas suas posições nacionalistas assim como o então Presidente da CNEN Doutor Rex Nazareth. Relatou-no o Doutor Claudio que nesse período enviou uma carta para o professor Pieroni descrevendo as suas ambições (ver Iconografia). O projeto não foi casual e foi instado com cuidado. O Doutor Othon também nos relatou que conversou com os seus superiores sobre a possibilidade da Marinha se envolver em um projeto daquela amplitude e ousadia e teve a anuência deles para sair pesquisando os parceiros mais adequados.

Nessa década, também, as pesquisas e atividades de produção de radioisótopos estavam ocorrendo, não como nos anos noventa. O Doutor Fulfaro analisa que essas atividades foram crescendo até que chegou num ponto em que a classe médica solicitou que o IPEN tomasse providências para que ocorresse um fornecimento regular de alguns radioisótopos para diagnóstico e radioterapia. Uma das necessidades era o gerador de molibdênio-tecnécio. O tecnécio marca certas células e com isso podem ser feitos diagnósticos quase que no corpo inteiro.

Sendo assim, no período tínhamos dois tipos de parceria. A Marinha e a classe médica. Isso aumentou em muito as expectativas de apoio político e econômico para as pesquisas, que são dois parâmetros essenciais em um projeto quando o substrato mental está à altura.

A procura pelos geradores de tecnécio-molibdênio era muito grande, aproximadamente 90% dos diagnósticos eram realizados utilizando-se esse radioisótopo. Em uma economia de mercado o que acontece é que o preço sobe. Portanto, os fornecedores internacionais vendiam por um preço exorbitante esse radioisótopo. A Sociedade de Medicina Nuclear procurou o IPEN perguntando se o Instituto seria capaz de fabricar, a preços menores. Comentamos, em outro capítulo, a passagem desse desafio que foi feito ao IPEN. O IPEN foi procurar um Órgão Financiador, uma empresa do Estado de São Paulo chamada Promoset que financiou o projeto, mas com retorno do capital. O empréstimo permitiu que as células de processamento fossem montadas, e a partir daí o molibdênio foi importado em grandes quantidades, separado e o projeto do gerador desenvolvido. O fornecimento passou a ser feito regularmente pelo IPEN.

⁷³¹ Foi confirmada em entrevista gravada em 17/12/2003

“Foi cobrado porque precisávamos devolver o dinheiro. Os pesquisadores do IPEN que tinham uma característica acadêmica bem sedimentada e entraram em contacto com uma nova postura de comercialização, elaboração de custos para o produto, “overhead”, retorno do capital, investimentos, desgaste do equipamento pelo uso, ataque químico, etc. O IPEN conseguiu montar uma empresa entre aspas e vender e crescer. Pagou tudo a Promoset e sobrou dinheiro para reinvestir em novas máquinas, novas células”⁷³².

Após esta experiência bem sucedida a Instituição ganhou um pouco mais de confiança em fazer outras propostas, e, com desafios maiores, até culminar, há uns cinco anos atrás, com reforma do reator atômico para poder aumentar e nacionalizar a produção de radioisótopos, e mesmo para fazer o molibdênio no país. Nos habilitamos a um projeto PRONEX do Ministério de Ciência e Tecnologia competindo com outros Projetos Nacionais. Ganhamos o pleito. Pegamos o recurso que está quase no fim. Compramos um ciclotron de quase dez milhões de dólares. Somos totalmente suficientes em Gálio 67 que antes era importado. Fazemos o Tálcio-201 e fazemos o Flúor-18.

O resultado obtido com o exame do coração usando o flúor é tão minucioso, que se consegue ver que existem pedaços do coração ainda vascularizado e recupera-se o paciente sem necessidade de transplante. Isso graças àquela iniciativa de 1980 de nos colocarmos na postura de uma empresa. Existe a faceta positiva de associar uma instituição de pesquisa a uma empresa. Não obstante, advertimos que isso é extremamente perigoso para um órgão público de pesquisas, sobretudo porque não temos uma tradição para tal e nem uma infraestrutura. Cabe aos dirigentes vigiar para que uma não supere a outra ou mesmo as duas acabem falhando em seus objetivos.

O Doutor Haroldo Taurian Gasiglia que trabalha desde 1971 na produção de radioisótopos nos relata que, desde que entrou no antigo Serviço de Processamento de Material Radioativo e hoje no Centro de Radiofarmácia, a Instituição mudou bastante. Para ele existem diferenças fundamentais em dois pontos. A primeira delas é com relação ao conhecimento entre as pessoas que trabalhavam na Instituição. Atualmente, o contacto entre os diferentes setores é bem menor. Para ele a Instituição de 1971 era ágil nas suas decisões, com pouca burocracia. O IPEN hoje está envolvido em uma gigantesca burocracia que o Doutor Gasiglia não interpreta como benéfico. Para ele a característica do setor em que ele trabalha foi desenvolver produção tanto com as teses como com as

⁷³² Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002.

pesquisas realizadas em prazos curtos e orientadas para colocar os produtos na praça. Destaca que muita coisa cresceu e uma simples consulta (ver anexo II) nos gráficos de produção de radiofármacos atestam a veracidade dessa afirmação.

O Doutor Gasiglia participou desde o início do processo de desenvolvimento dos geradores de tecnécio, desde o projeto até a colocação do produto em rotina. Em maio de 1981 se produziam em torno de sete geradores semanais. Hoje em dia, são duzentos e trinta. O mesmo aconteceu com os outros radiofármacos, sempre em curva ascendente. Neste processo, não somente ocorreu a melhoria quantitativa como também qualitativa. Destaca-se que esse é um aspecto que caracteriza o grupo que trabalha em ritmo acelerado, como mencionamos anteriormente, e com a estrutura menos acadêmica de todo o Instituto desde o início. Isso fez com que houvesse uma participação bem definida de cada pesquisador da área e uma parceria em que todos trabalham igualmente, não só de dia como de noite. Isso acaba envolvendo outros setores do IPEN que interagem com o grupo. Destacamos o pessoal de manutenção, que é praticamente o que restou das nossas oficinas, o pessoal burocrático que atende aos pedidos dos clientes, o pessoal que importa matéria prima, o pessoal da proteção radiológica que precisa estar obrigatoriamente presente em cada produção e lote que é enviado para os clientes. No entanto, como bem aponta o Doutor Gasiglia estes contactos estão girando em cima de interesses comerciais.

Essas características produtivas da área acabaram conduzindo à melhoria das condições de trabalho, tanto na produção como na segurança radiológica. Torna-se impossível um Instituto do porte do IPEN, com tantas diversidades de temas, de pesquisas e trabalhos rotineiros, sobreviver sem verba. Nos relatou o Doutor José Roberto Rogero que, em alguns momentos, pensou-se em parar a produção de radioisótopos por questões financeiras. O Doutor Michelangelo Durazzo do Centro de Combustíveis Nucleares nos aponta um problema semelhante. É muito difícil para o pesquisador trabalhar sem a verba necessária para comprar equipamentos, matéria prima e outros insumos necessários, além do enorme gasto com a manutenção, sobretudo nos dias atuais em que os serviços foram quase todos terceirizados. Neste trecho estão colocadas as questões subjacentes à política ou mesmo à falta de política para a área nuclear. Permeando também os problemas advindos dessa falta de política surgem, sobretudo quando não existe uma consciência política bem sedimentada, ou talvez mal informada sobre os verdadeiros problemas do

país, como uma consequência da vontade de trabalhar, algumas distorções delicadas na forma de encaminhar as pesquisas e os trabalhos de uma instituição.

O Doutor Fulfaro relembra que quando a maioria dos países do mundo assinou o tratado de não proliferação de material nuclear (TNP), alguns outros, como por exemplo, o Paquistão, a Índia, o Brasil não o fizeram inicialmente. A AIEA que congrega a grande maioria dos países tinha um setor de salvaguardas e inspeção para satisfazer os países que, segundo ele, são poderosos e queriam saber tudo o que era feito no mundo na área nuclear, sobretudo aqueles países que não tinham assinado o TNP. Quando o governo decidiu que precisava de um submarino para guardar a plataforma continental a opção foi de um submarino nuclear. Segundo o Doutor Fulfaro coube ao IPEN o domínio do ciclo do combustível. Sabemos que o processo de acordo entre a Marinha e o IPEN não assumiu imediatamente um caráter de transparência e tentou ser secreto.

“Um grupo da Marinha se instalou no IPEN e, em um convênio silencioso, eles dominaram a tecnologia do ciclo do combustível, desde a purificação, feita pelo IPEN, até a transformação em hexafluoreto de urânio. Na parte da Marinha foi feito o enriquecimento do gás de modo a ter urânio enriquecido (3% a 4%), que é o que se precisa para um reator PWR, propulsor naval. O IPEN desenvolveu a parte de combustíveis e dominou o ciclo. Em 1987 o Presidente Sarney anunciou o domínio do ciclo do combustível pelo IPEN. Este é um vôo de proporção e importância tão grande quanto a produção de radioisótopos. Depois de um tempo todos os países acabaram assinando o tratado e abriram as suas dependências para inspeção (...). A AIEA mudou o seu enfoque e incentivou os países a realizarem atividades que beneficiassem a comunidade. Ocorreu um acordo com o IPEN que passou a incentivar, ainda mais, a produção de radioisótopos. A Instituição começou a trabalhar com irradiadores de elétrons, ciclotron, etc, para irradiação de cabos elétricos, tratamento de esgoto, de águas servidas, de alimentos, construção da unidade crítica para estudo de núcleos, etc. Temos um enorme Departamento de Engenharia Nuclear, confecção de combustíveis para reator de pesquisa. O IPEN entrou nessa nova orientação disparado. Todos os Centros têm hoje um Plano Diretor com as atividades selecionadas pela direção da casa e todas elas destinadas a ter no final da linha um produto ou serviço que beneficia a comunidade”⁷³³.

Os órgãos de controle ou de fomento internacional, mesmo aqueles voltados para o campo da pesquisa não conseguem dentro da estrutura social mundial ser isentos dos interesses dos países dominantes. A AIEA tem subvencionado várias das nossas pesquisas. Isso tem sido extremamente importante para os países em desenvolvimento. No entanto, e acabamos de vivenciar uma situação extremamente delicada em termos de soberania

⁷³³ Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002

nacional, que foi a intervenção militar no Iraque, somos testemunhas oculares de que a distribuição de verbas para a pesquisa não é isenta de interesses ideológicos, mesmo que os homens que ocupem cargos de mando nessa Instituição sejam antigos pesquisadores dos nossos países em desenvolvimento. Quando a AIEA investe na produção de radioisótopos isso é benéfico para o país, mas não nos deixemos enganar que isso não ocorreria para a área de reprocessamento nos dias de hoje, por exemplo. É aquela situação que observamos no início dos nossos trabalhos. Inventar o que já foi desenvolvido e sem o apoio internacional.

Finalmente, temos o período atual (anos noventa em diante) que, como já esboçamos anteriormente, representa o desmantelamento das pesquisas, na área nuclear, na Instituição.

Não podemos deixar de reconhecer, agora no final da pesquisa, que realmente o IPEN dominou a tecnologia de produção de radioisótopos e do ciclo do combustível que era um dos objetivos da sua criação. Quanto ao primeiro, não dá para fugir às evidências que são os fornecimentos dos radioisótopos para a área médica com o certificado de controle de qualidade. No entanto, na área do ciclo do combustível, embora saibamos pelas evidências dos trabalhos publicados, entrevistas com os pesquisadores de variadas procedências e idades, que a tecnologia foi dominada, não temos uma evidência tão concreta como a produção de radioisótopos. O produto, os processos não foram postos no mercado, o Brasil não está enriquecendo urânio, as instalações estão desativadas e não se pesquisa mais praticamente na área. Não obstante, o grupo liderado inicialmente pelo professor Tharcísio Damy de Souza Santos, depois acrescido de pesquisadores formados pelo Doutor Shigueo Watanabe foi parcialmente dividido. Alguns pesquisadores, hoje liderados pelo Doutor Michelangelo Durazzo, trabalhando no atual Centro do Combustível Nuclear (CCN) e representam a tradição da Instituição adquirida nas pesquisas iniciadas no início do Instituto na área de metalurgia nuclear. A história do Instituto deu seus frutos por caminhos diferentes do que esperávamos.

Entrevistamos vários pesquisadores que trabalharam na área do ciclo mais diretamente ou que exerceram e ainda exercem cargos de direção na Instituição suas opiniões sobre a questão posta acima. Anteriormente, já reproduzimos e comentamos alguns desses depoimentos, que por sinal, na sua maioria, se aproximavam das nossas hipóteses.

Reproduzimos, abaixo um desses depoimentos que se afasta um pouco das nossas convicções e ao mesmo tempo referenda algumas outras das nossas hipóteses.

“Existe uma diferença muito grande entre a produção de radioisótopo e o domínio do ciclo. No domínio do ciclo o principal interessado era o governo. (...). É uma visão estratégica. No caso de radioisótopos, tem que se fazer de forma que o médico e o paciente consigam pagar. Então, existe um equilíbrio, um assunto que é o cálculo de custo (...), como se fosse uma empresa”⁷³⁴.

Na realidade, os nossos governos, nem todos e nem durante toda a sua gestão, investiram bastante no setor de tecnologia agrícola. Poucos investiram em tecnologia industrial de maquinarias, eletrônica, equipamentos com suas peças, etc, e ficaram, muitas vezes, dependendo não só do capital externo como da implantação de uma tecnologia embutida na compra de equipamentos e processos desenvolvidos no exterior. Se a tecnologia é aquela referenciada como de ponta então a situação é mais drástica. Isso é um fato conhecido. Acrescente-se a isso que quando as forças internacionais pressionam, o país se vê em condições pouco favoráveis de investir em tecnologia, sobretudo aquela com possíveis aplicações militares, pois a verba para tal não vem dos nossos impostos e da nossa indústria.

“No caso do ciclo, o que era mais importante era o prazo por motivos ligados ao Ministério das Relações Exteriores, que estava interessado em fazer o anúncio do domínio, além da questão do submarino. O submarino ninguém vende, ou você faz um para ter ou não. Na corrida foi feita uma série de usinas, que não tinham o dimensionamento que visasse o lucro mais razoável e um melhor layout. Foi feita para funcionar e produzir uma certa quantidade de hexafluoreto de urânio. (...). Quando isso terminou foi feita uma proposta de industrializar a produção, mas não cabia fazer isso ao IPEN, porque nós somos um instituto de pesquisa e não somos uma fábrica. Nós só fazemos os radioisótopos porque é monopólio da União. (...). No caso do urânio quando terminou foi feita uma proposta de industrialização e quem queria fazer era a Marinha. (...)”⁷³⁵.

Na realidade só foi possível fazer a primeira etapa de protótipo porque os interesses políticos assim o permitiram. Continuando outro trecho do Depoimento do Doutor Fulfaro, as análises que vínhamos fazendo, ficaram mais evidentes. Na realidade, não tínhamos de antemão a confirmação dos pesquisadores, pois as entrevistas ocorreram na última etapa da pesquisa, mas vieram consolidar os resultados dentro da metodologia adotada.

⁷³⁴ Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002.

⁷³⁵ Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002.

*“Quando a Marinha fez uma comercialização com a INB para produzir (...), algumas etapas do ciclo (...) não compensam, pois foram feitas inadequadamente (**para a produção**). Existe a possibilidade de se obter o hexafluoreto de urânio mais barato do que redesenhar a usina. Ela foi feita de forma improvisada. É mais uma conta de negócios e não uma conta de manter a unidade. Pode-se até fazer, mas para estudo acadêmico, não para participar de uma empreitada industrial e comercial. (...). Esse é o motivo porque algumas das unidades foram desativadas, não servem para participar de uma empreitada comercial. Serviu para o domínio. Nós estamos focados, agora, em uma missão diferente, ter um cliente que não seja só o governo. A missão (**ver Iconografia**) é um compromisso com a melhoria da qualidade de vida da população brasileira, produzindo conhecimentos científicos, gerando produtos e serviços e formando recursos nas áreas nucleares e correlatas. Não é específico como no caso do ciclo do combustível, é mais geral. O ciclo é muito caro. Só voltaríamos para o ciclo se tivéssemos uma encomenda do governo. (...). Temos agora muito mais produtos do que na época em que trabalhávamos para o ciclo⁷³⁶”.*

Ou seja, trata-se realmente de uma questão de política científica e tecnológica do governo.

“O corpo de cientistas propõe uma parte para o Ministério, seja ele que Ministério estejamos inseridos. Já estivemos na Secretaria de Assuntos Estratégicos, Ministério de Minas e Energia, Ministério de Ciência e Tecnologia. Outra parte o governo coloca para os seus Institutos que a Nação precisade um certo tipo de enfoque. A chamada do próprio MCT, dos Fundos Setoriais (...). Nós dependemos disso que você acabou de falar, de uma estratégia de política científica governamental em consenso com a Instituição. (...). O plano Diretor da nossa Instituição é decorrente de um planejamento estratégico que está vinculado às políticas de governo⁷³⁷”

Voltando à questão do domínio do ciclo e as evidências concretas hoje no CCN. O Doutor Durazzo formado em engenharia e discípulo do Doutor Tharcísio Damy de Souza Santos na pós-graduação, completou em depoimento os dados finais que precisávamos para recuperar essa parte da história da Instituição no que diz respeito aos elementos combustíveis.

Durazzo sabendo do IPEN e do curso introdutório de dois meses, que oferecia uma bolsa de estudos para os alunos acabou optando pela área de pesquisa desenvolvida na Instituição (1979). Foi contratado em 1980 iniciando o mestrado, na área de corrosão em placas combustíveis sob a orientação do Doutor Lalgudi V. Ramanathan, no Centro de

⁷³⁶ Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002.

⁷³⁷ Entrevista concedida pelo Doutor Roberto Fulfaro em 02/10/2002.

Metalurgia Nuclear, sendo o responsável pelo Centro o Doutor Clauer Trench de Freitas, também discípulo do professor Tharcísio Damy de Souza Santos. Estudando o tema o Doutor Durazzo acabou se envolvendo com a tecnologia de fabricação de combustíveis que já era usado no reator IEA-R1. O combustível tipo placa começou a ser pesquisado no Instituto na década de sessenta como ficou claro pelos nossos relatos anteriores. Naquela época, alguns pesquisadores que foram citados estavam envolvidos na produção desse tipo de combustível para o reator Argonauta do Rio de Janeiro, e o Re-Suco da Universidade Federal de Pernambuco. Esta tradição de pesquisa deu origem ao CCN, e à desenvoltura com que hoje a Instituição fabrica os seus próprios combustíveis.

“Nos temos várias publicações, sobre os combustíveis fabricados para os reatores Argonauta e Re-Suco, na nossa biblioteca e que resgatam a história do desenvolvimento da tecnologia de fabricação do elemento combustível”⁷³⁸

Os trabalhos desenvolvidos criaram um grupo especializado em combustíveis nucleares ainda na Metalurgia Nuclear na área de Combustíveis (ACN) sob a chefia do Doutor Ramanathan. Desde a década de sessenta até o início da década de oitenta os trabalhos foram desenvolvidos e destacamos, já no final, dois pesquisadores que são o Doutor Clauer T. de Freitas e o Doutor Nilton de Menezes. Eles continuaram trabalhando com o combustível procurando seguir os avanços tecnológicos da época como, mudanças de procedimentos de fabricação de pó de U_3O_8 na tentativa de aumentar a densidade para melhorar a qualidade da dispersão, assunto comentado anteriormente.

Ainda na primeira metade da década de oitenta, ocorreu um grande avanço nessa área, pois não era fácil importar o combustível. Existia uma série de restrições internacionais. Foi finalizada a primeira fase acadêmica. Tomou-se a decisão de nacionalizar a tecnologia e começou a segunda fase – produção rotineira. No início dessa segunda fase, ainda foram importados quatro elementos combustíveis da Alemanha. O Doutor Francisco Ambrósio foi comprá-los e fazer as inspeções. Quando voltou da Alemanha começou a “nuclear” um grupo maior e direcionado para desenvolver e implantar a tecnologia de fabricação de elementos combustíveis. Foram contratados outros pesquisadores para completar o quadro que vieram a trabalhar, na segunda fase. Criou-se um grupo liderado agora pelo Doutor Ambrósio e pelo João Roxo, este último que tinha uma enorme experiência na área de

⁷³⁸ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

engenharia mecânica e desenvolveu uma série de equipamentos necessários para a estrutura do trabalho.

Neste momento, iniciou-se a montagem de uma unidade de fabricação das placas propriamente ditas, de elementos combustíveis. Até então se estudava a laminação e compactação da placa. Passou-se a um estudo mais amplo de todo o processo. Desde o pó de U_3O_8 , passando pela compactação e laminação e finalizando com a montagem do elemento combustível. No entanto, não fosse a primeira fase não teríamos o conhecimento necessário para a segunda.

Em 1985, o Doutor Durazzo veio a integrar o grupo em tempo integral, pois tinha uma grande experiência de fabricação de elementos combustíveis provenientes do trabalho experimental de dissertação de mestrado. Esse fato confirma, entre outros, a importância do curso de pós-graduação do IPEN e a formação de tecnólogos na área nuclear. Logo em seguida, em torno de 1986, foi montado um elemento parcial com duas placas combustíveis externas. Posteriormente, foi construído outro elemento parcial com dez placas – placa combustível e placas de alumínio intercaladas. Em 1988, foi confeccionado um elemento completo, real – foi realmente o primeiro elemento combustível fabricado pelo grupo e que foi colocado no “caroço” do reator IEA – R1. Este elemento foi usado e qualificado, ficando em uso até 2000 com uma taxa de queima de nível internacional. No entanto, o grupo usou urânio enriquecido (20%) que foi comprado para o Reator Argonauta, fornecido pelas Nações Unidas. Nessa época, o Brasil ainda não tinha dominado a tecnologia de enriquecimento, embora já existisse a parceria entre o IPEN e a Marinha.

“Nessa época as atividades de enriquecimento realizadas no IPEN com a Marinha não eram totalmente abertas. Não cogitávamos em usar urânio enriquecido no Brasil (...). Eu desconhecia o projeto. Não houve planejamento para fazer uma pesquisa integrada. Isso aconteceu mais tarde e acabei me envolvendo bastante”⁷³⁹

Em uma mesma instituição, como já tínhamos comentado, um grupo não participava do que o grupo quase que vizinho fazia, neste caso específico, pelo sigilo militar e também pelas próprias características culturais da Instituição. Isso acarretou alguns problemas de

⁷³⁹ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

fracionamento de resultados com dificuldades para conseguir o domínio de todo o processo.

Outro pesquisador que, retornando da Alemanha, acaba se envolvendo nos trabalhos é o Doutor Umberto Riella que passa a assumir a liderança do grupo. A unidade foi montada e, ainda hoje, fabrica os elementos combustíveis para o reator do IPEN com uma capacidade nominal de fabricação de seis elementos combustíveis por ano. Não é uma fábrica, mas é uma unidade laboratorial que opera rotineiramente desde 1990. Quando terminou o urânio enriquecido enviado pelas Nações Unidas houve um lote de urânio de hexafluoreto enriquecido proveniente da China e siliceto de urânio da França, este último chegando ao Brasil em 1997. Depois, teve outra partida que veio da Rússia que foi o último urânio enriquecido que entrou no CCN. Ainda uma vez mais abordamos que dominamos a tecnologia de enriquecimento, mas compramos de outros países.

O IPEN desenvolveu um outro projeto, em parceria com a Marinha, sob a liderança do Doutor Riella, de combustíveis para reatores PWR. Estes são do tipo vareta que usam como combustível as pastilhas de UO_2 enriquecido a 3,8%. Em 1988 a prioridade deixou de ser o MTR, tipo placa, e o IPEN passou a se preocupar com combustível tipo PWR. O Doutor Durazzo foi deslocado para esse grupo cujo objetivo era o de desenvolver a tecnologia de fabricação e fabricar as pastilhas de UO_2 para o IPEN/MB-01, o que foi alcançado com êxito.

“Para esses últimos elementos combustíveis usou-se o hexafluoreto de urânio que foi adquirido pela Marinha. Não tenho certeza se foi enriquecido aqui, pois nesta época já tínhamos dominado a tecnologia de enriquecimento, já existia o primeiro módulo aqui em São Paulo. Já estava enriquecendo. Foram duas toneladas. Isto, agora, é história da Marinha. Em 1989, estávamos entregando as pastilhas para o IPEN/MB-01 (...). Nunca tinha sido feito um combustível tipo pastilhas nem no IPEN e nem no Brasil⁷⁴⁰”.

Em um curto espaço de tempo, o Instituto colocou dois tipos diferentes de combustíveis para serem queimados em reatores nucleares. Foi encontrada a solução para o problema da importação que é diferente, nesse caso, da política de substituição de importação.

⁷⁴⁰ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

O Doutor Humberto Gracher Riella saiu do IPEN e foi trabalhar na Marinha com o objetivo de implantar o laboratório de materiais nucleares⁷⁴¹. Esse laboratório seria o alicerce para se melhorar a tecnologia de fabricação e o reflexo das pesquisas que começaram na segunda década de cinquenta, no IEA. Não temos informações detalhadas do que aconteceu, sabemos que o laboratório foi montado. O projeto conceitual foi feito, anteriormente, no IPEN.

“O combustível, hoje, do submarino é uma incógnita. Não está definido. Provavelmente não será do tipo vareta. Os requisitos termomecânicos de um combustível para propulsão excluem combustível tipo vareta. (...). É complicado falar em combustível para o submarino. É mais seguro falar do combustível para o protótipo de terra”⁷⁴²

Após a ida do Doutor Riella para a Marinha, o Doutor Durazzo assumiu a gerência no lugar daquele, que na época chamava-se projeto combustível nuclear, em torno de 1992.

*“O fato de que no site da INB só conste a Marinha como tendo desenvolvido a tecnologia é histórico e talvez o trabalho que você está fazendo seja importante para esclarecer a situação. O IPEN não participa, apesar de ter sido a semente de tudo o que vemos (**tecnologia desenvolvida**)”⁷⁴³*.

Ainda fica patente, no caso do desenvolvimento da tecnologia de fabricação dos elementos combustíveis o que discorremos no capítulo sobre a cultura do Instituto que é o envolvimento pessoal dos pesquisadores pelas suas pesquisas. Não temos informações sobre os outros institutos de pesquisa brasileiros, quiçá seja semelhante, pois enriquece o trabalho, sobretudo nos momentos de dificuldades. Por outro lado, a timidez⁷⁴⁴ de abrir as portas e mostrar o que é feito na Instituição, foi uma das dificuldades que persistiu até a metade dos anos noventa e que começa a mudar agora com a preocupação que ficou nítida no depoimento do Doutor Fulfaro de comercializar todos os produtos e processos desenvolvidos no IPEN.

“Concordo com você. No fundo as lideranças do IPEN são pesquisadores. É natural do pesquisador amar o que faz. No entanto, ela se envolve de tal forma que toda a sua preocupação é direcionada para a pesquisa.

⁷⁴¹ O Doutor Riella hoje é o responsável pelo laboratório de corrosão da UFSC.

⁷⁴² Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

⁷⁴³ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

⁷⁴⁴ Essa timidez é o resultado de vários fatores em que se podem enumerar alguns principais. O primeiro deles é a direção autoritária da casa onde o medo de errar fica impregnado na pele dos pesquisadores, inclusive acarretando em alguns casos a falta de ousadia de inovar. Outro fator é o sigilo em que se ficaram envolvidos os trabalhos realizados na época da Marinha. Ainda por ser uma tecnologia sensível acarretava maior isolamento dos pesquisadores, até entre eles mesmos.

Não faz parte da formação das lideranças do IPEN esse trabalho de explorar as conquistas. Não somos bons para isso. (...). Não foi para isso que fomos formados. Só isso. Precisamos de ajuda para fazer isso (...). Também tem muito envolvimento político na questão. Não vemos o IPEN na posição que deveria estar no cenário nuclear no país”⁷⁴⁵.

Existe um processo entre dominar a tecnologia e inovação que foi como iniciamos as perguntas no trabalho. Nos falta a ponte que é difundir o que é feito. Falta uma concatenação entre política governamental para C&T, apesar da maneira como hoje são elaborados os planos diretores, com a política governamental para industrialização do país. A Instituição, mesmo que parcialmente, cumpriu os seus objetivos iniciais como já afirmamos, mas o que faltou é mais profundo e continuaremos a refletir.

*“A Instituição cumpriu o seu papel. A tecnologia está desenvolvida, saiu do IPEN e está disponível. Cumprimos o nosso papel e muito bem feito. Poderíamos ter dado um passo além que seria resguardar os frutos desse trabalho, que acho que não foi resguardado. Isso foi uma imperícia da administração do IPEN (...). A conversão foi mais uma semente em que o IPEN gerou o conhecimento(atecnologia) do combustível do reator PWR que está com a Marinha, do combustível MTR para o reator de pesquisa que está a cargo do IPEN. A Conversão foi a base de um trabalho gigantesco que foi idealizado pelo Doutor Alcídio que é um nome que não pode ser (**esquecido**), a grande pilastra do projeto”⁷⁴⁶.*

O IPEN de fato cumpriu o papel, foi demonstrado que nós podemos extrair o urânio do solo e chegar no hexafluoreto de urânio natural. A usina do PROCON demonstrou isso. Dados foram gerados para dar suporte para um projeto conceitual e um projeto de engenharia de uma fábrica. Isso foi transferido para a Marinha. O IPEN também fez a parte dele nesse campo. A primeira parte do ciclo saiu do IPEN. A segunda, que é o enriquecimento, também foi iniciada no IPEN, com muito mais apoio da Marinha, nesse caso, se conseguiu enriquecer. A reconversão que é o hexafluoreto de urânio enriquecido até o combustível também a semente saiu do IPEN. A tecnologia foi dominada e demonstrada. Então o IPEN como Centro de Pesquisa está desenvolvendo tecnologia, demonstrando a tecnologia e repassando a experiência para um projeto pelo menos semi-industrial e, é o papel da Marinha implantar. Outrossim, nos indagamos mais uma vez a razão pela qual estamos importando urânio enriquecido. Não seria uma questão, uma vez mais, de planejamento. Só desativar as usinas semi-industriais após o comissionamento daquela que viria a ser uma planta industrial.

⁷⁴⁵ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

⁷⁴⁶ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

“A única questão que fica é o “time” que tenho alguma reserva. Foi desativada a unidade de conversão sem que estivesse comissionada a nova unidade de conversão da Marinha. Temos um “gap”. Hoje se precisarmos de hexafluoreto de urânio natural não temos. (...) É um problema de continuidade, já antigo no Brasil que é planejar e cumprir o planejamento. (...) a responsabilidade dessa falta de “link”, pode até ser do IPEN, mas o responsável maior é a falta de planejamento”⁷⁴⁷.

Talvez pudéssemos, no lugar dos pássaros que habitam atualmente a usina de conversão, utilizá-la para outras pesquisas como apontou o Almirante Othon e por nós relatado anteriormente. O Doutor Durazzo nos relata as suas impressões..

“Não somos especialistas na área de conversão, mas nos arriscaríamos a comentar que essa unidade (...). Nós temos que receber o Yellow Cake, aqui não é tratamento de minério. Descartamos a procura por novas tecnologias porque isso já é bem dominado no mundo inteiro. Concluimos que não havia muito mais a se fazer em termos de tecnologia. O tamanho da unidade não é de laboratório, é maior. Então ela não se prestaria a fazer o trabalho que você está sugerindo. É por isso que ela não continuou a operar. Porque ela está assim hoje? Porque para descomissionar, mesmo nunca tendo sido comissionada, ela é uma instalação nuclear e tem que ser descomissionada. O problema chama-se recursos para isso. Isso é um grande defeito que temos no país, as coisas precisam cair do céu”⁷⁴⁸.

Temos que fazer o descomissionamento para não deixar a unidade como está. Ela (usina de conversão) teve um papel significativo na história nuclear desse país e não se tem recurso para fazer o trabalho como deve ser feito. Essa é a história. O Doutor Claudio Rodrigues também em depoimento⁷⁴⁹ nos relatou que o problema é de recursos para descomissionar e que o atual Presidente da CNEN está alertado para a questão.

No início dos trabalhos falamos da tradição do imediatismo e retórica na cultura brasileira e aventamos a hipótese de que a Instituição, embora esteja inserida nessa cultura, também tem a sua própria cultura, a sua micro característica no sentido de que existe ao menos uma singularidade na curva das tradições brasileiras. Muitos dos pesquisadores têm uma influência multicultural reforçada pelas suas experiências. Foi por isso que fizemos

⁷⁴⁷ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002.

⁷⁴⁸ Entrevista com o Doutor Michelangelo Durazzo Gerente do CCN, em 2002. “Isso sentimos na área de combustível. Imagine que consigamos fabricar dez elementos combustíveis por ano. O reator vai precisar de dezoito por ano. Cada elemento combustível no mercado internacional custa cinquenta mil dólares. Vamos precisar de quinhentos mil dólares. Com isso ou a gente pega esse valor em espécie compra fora ou fabrica aqui. Se fabricarmos aqui iremos economizar. Se o reator tem que operar, esse dinheiro tem que vir, se estiverem interessados que o reator produza radioisótopos. O dinheiro não aparece e temos que comprar matéria prima para fabricar o elemento combustível (...) e sai aproximadamente a metade. (...), temos muitos problemas para conseguir os recursos que necessitamos para produzir”.

⁷⁴⁹ Depoimento gravado em 16/12/2003.

questão de várias vezes relatar a saída dos pesquisadores para que realizassem seus estudos fora do Brasil. Isso faz uma diferença muito grande, ficamos mais flexíveis, mais despidos de preconceitos.

As publicações IEA e IPEN que também usamos como fonte primária de pesquisa não foram casuais. Elas nos revelaram essas influências na história de C&T do nosso país. Percebemos que foi quando uma grande leva de pesquisadores estava voltando do exterior, no final dos anos setenta e anos oitenta, que a parceria com a Marinha veio responder aos anseios de não ficarmos somente na retórica. Tornava-se urgente que toda a experiência adquirida saísse do papel, das planchetas.

Outras características dessa parceria ainda ficaram para ser discutidas, e não o fizemos no capítulo em que tratamos a cultura do IPEN. Achamos que ainda era imatura essa idéia e que teríamos que respeitar o desenrolar do raciocínio para que não caíssemos no outro lado de análise em que somente o que vem dos outros países é valioso.

Também agora podemos, depois de percorrer os passos juntos, com os pesquisadores, década após década observar o seu amadurecimento científico rejeitar ou adotar nossas hipóteses. Em uma palestra do professor Doutor Gil da Costa Marques fomos alertados para uma possibilidade quando ele, Diretor atual do IFUSP, comentava sobre os trabalhos dos físicos brasileiros. Esse pesquisador conclui que, nos primeiros anos da física no Brasil, foram realizados trabalhos de grande importância para o desenvolvimento da física e que, após isso, ficamos acumulando forças para, provavelmente agora, voltarmos a realizar trabalhos de grande vulto. Esse raciocínio do professor Marques não é idêntico ao que estamos fazendo, pois o IPEN se viu na condição de pesquisar o já pesquisado pela própria condição de ser um Instituto de Pesquisa Nuclear. No entanto, isso não tira o mérito dos seus pesquisadores. A linha de pensamento e reflexão que emprestamos do professor Marques é subjacente ao seu raciocínio e somente incorporamos a reflexão sobre o amadurecimento, fruto de uma tradição que já podemos dizer que existe graças aos trabalhos dos institutos que pesquisaram na área nuclear no Brasil, e, entre eles, destaca-se o IPEN.

Em 2003, o Doutor Michelangelo Durazzo e a Doutora Elita F. Urano de Carvalho em parceria com o Doutor Humberto G. Riella que havia trabalhado no IPEN, com o apoio da

FAPESP desenvolvem um projeto de reaproveitamento em torno de 90% da areia contaminada com resina fenólica, por meio de processamento térmico controlado. Será possivelmente instalada uma unidade piloto na empresa Metalúrgica Bom Jesus Piacentino & Cia Ltda, na região de Piracicaba. O resíduo, após tratamento, torna-se matéria prima a um custo competitivo para outros projetos. Esse trabalho é novamente um fruto das experiências adquiridas dos pesquisadores, no tratamento de resíduos de urânio gerados no processo de fabricação de elementos combustíveis.

Poderíamos citar em dezenas de páginas outros exemplos que ocorrem na Instituição onde o conhecimento, felizmente não foi totalmente perdido, graças ao fato de que a ciência e a tecnologia estarem relacionadas também com a dinâmica da sociedade e a capacidade de raciocínio humano, mesmo em condições que não sejam de todos favoráveis. Essa é uma característica, como já comentamos, da cultura da instituição e do brasileiro⁷⁵⁰. Ainda ficamos com o problema da instituição estar envelhecendo, que precisa urgentemente ser pensado, fazendo-se concurso para que os jovens universitários e profissionais possam vir a somar junto, com aqueles que estão ainda trabalhando no IPEN.

Na gestão do General Médici e depois do General Geisel, mais uma vez se anuncia a importância da energia nuclear. Isso realmente foi colocado em prática, só que com uma visão diferente daquela da Instituição. Agora estamos em condição de afirmar isso não mais como uma hipótese ou uma afirmação com fundo ideológico. Nos perguntamos, várias vezes no trabalho, qual tinha sido a razão pela qual o governo Geisel não nos convocou para atuar no acordo. As pesquisas realizadas na Instituição nos indicavam um caminho, se estávamos desenvolvendo a tecnologia do ciclo do combustível, não queríamos “contaminar” o projeto da Instituição com o acordo, pois sairíamos perdendo. Eis o relato de um pesquisador que participou ativamente desses trabalhos, até com um bom trânsito com o superintendente da época, antes mesmo que ele viesse a ocupar esse cargo.

Para o Doutor Claudio Rodrigues, não poderíamos participar de um acordo formal com a Alemanha.

⁷⁵⁰ Mesmo na nossa música isso é bem marcante, o recomeçar mesmo que tenham ocorrido problemas pessoais. Destacamos uma letra de uma composição popular que nos relata: “Começar de novo e contar comigo, vai valer a pena ter amanhecido”. Ivan Lins e Vitor Martins.

“Além de sermos contra, eu sei que o IPEN se recusou a participar do Acordo. Um acordo com a Alemanha não iria permitir que o IPEN continuasse com o seu desenvolvimento tecnológico independente, isto é sem Salvaguardas⁷⁵¹”.

Relatamos o que ocorria na Instituição no período descrito neste capítulo, e, o dividimos em duas fases que, ficariam meio que imperceptíveis, não fosse o que refletimos nos capítulos anteriores. Realmente, destacamos dois momentos nesse período: energia nuclear pós-crise do petróleo até o fim dos governos militares e a energia nuclear no Brasil após os governos militares até o início do século XXI. No entanto, o pano de fundo nesses trechos acima descritos e analisados foi momentaneamente abandonado e a ele retornamos. Iremos discutir de mais detalhadamente algumas posições para política de C&T e os temas correlatos que preenchiam o cenário Nacional e Internacional enquanto o IPEN pôde se recusar a parar de pesquisar uma tecnologia desenvolvida no Brasil para a área do ciclo do combustível

Acreditamos que, uma vez que um dos índices de crescimento de um país é dado pelo consumo energético, o presidente em exercício traçava planos de abordagens (Médici). No entanto, no decorrer de seu governo, nem sempre o objetivo era colocado em prática seja por questões externas ou internas ao país⁷⁵².

Na década de 70, o Brasil tentou obter tecnologia comprovada industrialmente para o enriquecimento de urânio, mas não foi possível, dadas as dificuldades impostas pelos países que dominavam esta tecnologia, mesmo com o oferecimento das salvaguardas praticadas internacionalmente. Em 1972, é firmado o acordo com os EUA para a construção da primeira usina nucleoeletrica no Brasil, acordo este que já vinha sendo pensado desde 1968. A opção para o reator em questão previa como combustível o urânio enriquecido. Paulo Marques⁷⁵³ sobre a opção tomada para o tipo de reator afirma:

”Mas essa decisão contrariava a recomendação da maioria dos cientistas brasileiros do setor nuclear, que indicavam a linha do urânio natural e água pesada, ou a do tório como as opções mais indicadas caso desejássemos manter um desenvolvimento, relativamente independente. E isso era absolutamente

⁷⁵¹ Depoimento gravado em 16/12/2003 com o Doutor Claudio Rogrigues.

⁷⁵² “No I PND, do presidente Médici, destaca-se a política energética da construção da primeira central nuclear, dada a importância crescente da geração de eletricidade de origem nuclear na década de 1980, em face da necessidade de adicionar três milhões de kW por ano e do alto grau de utilização do potencial hidráulico”. Cabral, Milton (1983). A questão nuclear, p. 51.

⁷⁵³ Marques, Paulo (1992). Sofismas nucleares (...) página 59.

compreensível, e até mesmo esperado, em face dos bons trabalhos desenvolvidos por instituições nacionais, como verdadeiramente atestam, por exemplo, as atividades do grupo de tório”.

Ainda em 1972 ocorre a criação da Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN). Esta estava encarregada da lavra de minérios radioativos, tratamento e enriquecimento de urânio. Esta companhia visava à preparação de pessoal especializado no domínio das técnicas de desenvolvimento, produção e atualização de reatores, combustíveis e materiais nucleares. Nesta época, foi feita a proposta de uma articulação da CBTN com os outros institutos de tecnologia nuclear do país. É inegável que esta orientação representou um salto de qualidade na política nuclear em relação aos governos militares anteriores⁷⁵⁴. No entanto, continuava desarticulado o discurso da prática e o que acontecia fora e dentro da Instituição.

Ainda ficava mais difícil a afinação da orquestra nuclear quando a política externa dos “grandes” - países desenvolvidos industrialmente -, tanto como daqueles mais ricos do planeta era de dificultar ao máximo a vida interna dos outros países restantes – a maioria do planeta. Estranha ironia que só tem sentido se pensarmos que realmente nos “deixamos ser levados”.

Como resposta à tentativa de aquisição de tecnologia nuclear por países em desenvolvimento, foi criado o Clube de Londres (formado pelos países com capacidade de oferta de tecnologia nuclear) que veio a acrescentar mecanismos adicionais de controle ao sistema de Salvaguardas da AIEA. Não seria admitida nenhuma exportação de tecnologia sensível para países em desenvolvimento⁷⁵⁵. Desse clube participam todos os países

⁷⁵⁴ “Para realizar esta política, o I PND considera necessário o ingresso no país do ciclo do combustível atômico, com a implantação de complexo industrial para produção e reprocessamento. Para a lavra de minérios radioativos, tratamento e enriquecimento do urânio seria constituída a CBTN – Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear, em articulação com a indústria nacional incorporando nos mesmos objetivos os institutos (...) e propiciando a preparação de equipes nacionais no domínio das técnicas de desenvolvimento, produção e atualização de reatores, combustíveis e materiais nucleares. O I PND recomenda a incorporação nesses objetivos dos institutos vinculados com a CNEN ou sejam o IEA, o IEN e o IPR”. Cabral, Milton (1983). A questão nuclear, página. 52. Na conclusão do autor encontramos um apoio a mais, para o que viemos discutindo.

⁷⁵⁵ Já em 1972 ocorriam certas pressões: “(...) em 1972, o governo tomou duas importantes decisões: a concretização do acordo de cooperação com os estados Unidos, referente aos usos Civis da Energia atômica, celebrado em Washington a 17 de julho (revisão do acordo anterior firmado na administração Castelo Branco, em 1965), como também o acerto da emenda ao acordo entre a AIEA, governo brasileiro e o governo dos Estados Unidos, para aplicação das salvaguardas, assinado em Viena a 27 de julho.” Cabral, Milton (1983), a questão nuclear (...) página 52-53. As pressões não têm fim, e, devemos, ou não, nos sujeitarmos a elas: “O Brasil por ter se recusado a assinar este TNP continua sofrendo severas restrições das nações nuclearizadas a todo o seu trabalho de conquistar autonomia tecnológica no setor. O que favoreceu foram os acordos bilaterais com as nações possuidoras de tecnologia, como a Alemanha (...), que aceitam negociar a transferência e colaborar na execução de programa nuclear para fins pacíficos, apenas exigindo a aplicação de salvaguardas da AIEA. Aliás, este tipo de negociação foi implantado pelas nações nuclearizadas e outras avançadas na tecnologia nuclear, com a criação informal do chamado Clube de Londres, quando em 1975, os setes maiores supridores

considerados industrializados. O Brasil sofreu conseqüências da euforia inicial, no cenário internacional, do aumento da demanda de energia elétrica e o posterior recesso. Poderíamos ter esperado um pouco mais e investido em pesquisa e desenvolvimento.

Na prática, quando investimos na compra dos reatores foi pensando no futuro e este chegou e estamos com falta de oferta de energia e não inovamos no campo nuclear embora a nosso ver dominamos a maior parte do ciclo, exceto a tecnologia de construção de reatores e o reprocessamento – poderíamos também ter dominado essas se tivéssemos continuado a investir nessas áreas⁷⁵⁶.

“Em Fontenay-Aux-Roses tinha uma instalação maravilhosa de nome “Cyrano” onde o Adroaldo pode trabalhar. (...). Na Espanha para onde foi a Haruco tinha uma instalação piloto de combustível de primeira qualidade, na Itália, para onde foi o Adelino, tinha uma infra-estrutura para uma instalação piloto de reprocessamento de combustíveis de vários tipos de reatores. Fui aprender a reprocessar combustíveis tipo HTGR e participei de experiências de desenvolvimento de química de processos na Alemanha nos laboratórios de Jülich. Em 1974, nos voltamos para o país (...). Um laboratório de reprocessamento exige contenção, sistema de ventilação e obviamente instalações adequadas para blindagem, glove box para poder manusear (o material irradiado)”⁷⁵⁷.

Na época o nosso objetivo era tratar o combustível do IPEN. Não existia produção. O Brasil não tinha assinado o Tratado de não Proliferação (TNP) e a nossa missão era processarmos, em princípio, os combustíveis do reator IEA –R1 que havia tido uma série de problemas. Tinha um certo nível de irradiação que poderia servir de treinamento para conhecer-se melhor toda a tecnologia.

“O Doutor Adroaldo foi (novamente) para a França, e no “batiment” 18 de Fontenay-Aux-Roses eles começaram juntos a discutir como nós iríamos transformar um depósito em laboratório estanque. Foi feito um “croqui”, algumas adaptações que precisavam contar com a autorização do professor Pieroni. Tudo era feito com a autorização do professor Pieroni e tudo acontecia muito rápido. (...). Quando eu precisava de dinheiro para comprar alguma coisa o professor me entregava na mão e ia comprar. Na volta entregava a

de materiais e equipamentos nucleares (Canadá, França, Alemanha Ocidental, Japão, Grã-Bretanha, Estados Unidos e União Soviética), reuniram-se em Londres para estabelecer uma linha de ação comum na exportação de produtos (...)” Cabral, Milton (1983), A questão nuclear, p. 64.

⁷⁵⁶ Lembremos das observações anteriores onde colocamos que continuamos com as pesquisas, na Instituição, na área do ciclo, exceto com a de construção de reatores a despeito do IPEN juntamente com a Marinha ter construído o reator IPEN/MB –01 de potência zero. Também iniciamos as pesquisas para dominarmos o reprocessamento, mas não continuamos os trabalhos, a despeito de termos investido um enorme potencial humano, tempo e dinheiro. Quatro grandes pesquisadores da Instituição (Berta Floh de Araújo, Hato Matsuda, Adelino C. Filho e Adroaldo de Araújo) foram enviados para o exterior na gestão do professor Pieroni, para estudos e observações do que se fazia na Alemanha, na Espanha, na Itália e na França.

⁷⁵⁷ Entrevista gravada com a Doutora Bertha Floh de Araújo em 11/03/2003.

nota fiscal. (...). Quando o Adroaldo voltou da França veio com ele um fornecedor de instalações para tratamento de material irradiado, não combustível, e foi quem nos forneceu as primeiras caixas de luva e as primeiras instalações para a Doutora Constância (Pagano da Silva⁷⁵⁸)”.

Contrariamente ao pensamento da comunidade científica brasileira, que julgava ter conhecimento necessário para desenvolver uma indústria nuclear de caráter nacional, o Governo achava por bem tentar convênios com países mais desenvolvidos, com a finalidade de tornar-se independente na tecnologia nuclear em um espaço de tempo que julgava muito mais curto. A escolha apresentada, para a geração de energia para o país, sugere a opção pela energia nuclear como a solução adequada. Neste estudo foi levado em conta o elevado preço do petróleo no mercado internacional, ocasionando nesta época problemas econômicos para o Brasil.

Segundo relatório da Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado Federal sobre o acordo⁷⁵⁹ a produção de petróleo no país atingia em 1974, 10,3 milhões de m³. O Brasil importava 40,9 milhões de m³, no valor global de US\$ 3,22 bilhões, ao preço médio de US\$ 12,50 o barril.

Em 1973 ainda no Governo Médici o Brasil importava 80% do total de consumo⁷⁶⁰. Como consequência do exposto acima, e da dificuldade de negociações com os EUA, em 1974, é assinado o protocolo de Brasília em que técnicos do ministério de Minas e Energia e membros de uma missão da Alemanha discutem o programa de cooperação, que viria a ser mais tarde (27/06/1975) o acordo nuclear entre o Brasil e a República Federal da Alemanha, já no Governo do General Geisel (1974-1979)⁷⁶¹.

O IEA, à margem do que está ocorrendo no governo Federal, continua tomando as suas providências para que se domine todo o processo do ciclo do combustível. Está ocorrendo o que falamos no início do trabalho. Dois movimentos com a mesma finalidade, mas com concepções políticas e ideológicas diferentes.

⁷⁵⁸ Entrevista gravada com a Doutora Bertha Floh de Araújo em 11/03/2003.

⁷⁵⁹ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear, p. 55.

⁷⁶⁰ Fausto, Boris (1999), História do Brasil, p. 495-496.

⁷⁶¹ Em 1974 assumiu a Presidência da República o General Geisel. Neste governo o setor energético foi uma das grandes preocupações.

“Começamos a discutir como seriam as instalações (reprocessamento) básicas do laboratório. Uma parte seria para manuseio de material irradiado e transurânico e a outra parte do laboratório seria para análise que também é específica em se tratando de material irradiado. Ao mesmo tempo transformei a copa do bloco 1 da Engenharia química em laboratório. Nessa altura o Adelino já tinha ido embora para a Nuclebrás. (...). tínhamos laboratórios semi-quente e o laboratório frio⁷⁶². (...). Todo o dinheiro para fazer isso saiu da verba que seria alocada para a produção de radioisótopos. A Constância (Pagano da Silva) tinha uma grande verba para a produção de radioisótopos (...). O professor Pieroni deslocou a verba e foi comprado tudo o que era necessário para se instalar: caixa de luva, células de aço inox para blindagem de chumbo, container para transferência, os equipamentos para a parte analítica, equipamento para realizarmos a fluorescência por R-X da Siemens, um sistema de detecção alfa, tituladores automáticos, etc⁷⁶³”.

O laboratório acima descrito foi montado, bem equipado, com planejamento. Foram contratadas outras pessoas porque seria impossível trabalhar nesses laboratórios somente três pesquisadores. Comparando com os laboratórios internacionais de reprocessamento esses do IEA eram pequenos, mas para o início das pesquisas na Instituição eram enormes, muito diferente de tudo que havia no país.

Nesse meio tempo o professor Pieroni chamou a Haruco, o Adroaldo e a Berta e lhes disse: *“Agora vocês vão parar um pouco de só fazer montagem, e vão trabalhar para desenvolvimento de similares nacionais”* conforme as palavras proferidas pela Doutora Berta Floh. Era um período em que era proibido importar material se houvesse similar nacional. O preço também era exorbitante. O grupo desenvolveu muitos equipamentos, conjuntos de vidraria inclusive caixa de luva que foram doadas pela iniciativa privada. Contamos com a colaboração dos engenheiros Paulo Rela e Lourenço que eram os responsáveis pela infra-estrutura do IEA. Posteriormente, o professor Pieroni, conhecedor da importância do processo de formação dos pesquisadores ordenou que esses pesquisadores, por ele designado, para desenvolver a tecnologia do reprocessamento, fizessem o doutoramento em 1 ano.

“Já tínhamos os créditos. Trabalhamos sem parar. Em 365 dias as teses estavam prontas. O nosso orientador foi o Doutor Alcídio Abrão. (...). Em 1977 nós defendemos⁷⁶⁴”

⁷⁶² Manuseio de traços de material radioativo e não radioativo.

⁷⁶³ Entrevista gravada com a Doutora Bertha Floh de Araújo em 11/03/2003.

⁷⁶⁴ Entrevista gravada com a Doutora Bertha Floh de Araújo em 11/03/2003.

A história nos revela que o nosso desenvolvimento não é linear e sem rupturas. Isso reflete em todos os setores da vida e até a embeleza. Não significa, no entanto, que os propósitos e objetivos sejam individuais ou institucionais ou governamentais devam ser descartados sem uma grande reflexão embasada em estudos. Segundo a Doutora Bertha Floh de Araújo, quando os combustíveis do reator IEA-R1 foram salvaguardados, os pesquisadores começaram a irradiar algumas varetas no reator para poderem treinar. Segundo depoimento dessa pesquisadora em 1978 o laboratório de reprocessamento já estava em condição de começar a operar.

“Instalou-se também uma unidade experimental para o reprocessamento de combustível nuclear através do processo PUREX, o chamado projeto CELESTE, atualmente desativado. (...). Com a assinatura do acordo Brasil-Alemanha em 1975, surge a decisão final do governo brasileiro pela opção dos reatores PWR (Pressurized Water Reactor), além da mudança da política de desenvolvimento pela adoção e transferência de tecnologia. O programa de reatores de alta temperatura perdeu seu sentido e a instituição teve que mudar seus objetivos para adaptá-los às novas direções governamentais. Para não perder a competência em recursos humanos desenvolvida naquele projeto, a Instituição tomou a mais sábia decisão, enviou para aperfeiçoamento, principalmente acadêmico (Ph. D.), grande parte do seu staff. Assim na segunda metade da década de setenta, aproveitando o programa Pronuclear e bolsas CNPq e FAPESP, partem para vários países do exterior dezenas de profissionais⁷⁶⁵”

Serão estes profissionais que ao retornarem ao país na década de oitenta, irão ser o principal fator pelo sucesso do programa autônomo.

“Os profissionais que ficaram, entraram em crise de perspectivas e houve um esvaziamento e perda de recursos humanos, alguns foram para outras instituições do próprio setor (CNEN, NUCLEBRAS, FURNAS) e mesmo para outras áreas. Mesmo com estas condições adversas para o CEN (Centro de Engenharia Nuclear), este procurou se adaptar às novas orientações e conseguiu desenvolver o projeto e a construção de um primeiro circuito termohidráulico de água leve de alta pressão (70 atm), em perfeita sintonia com o programa de reatores PWR, o qual continua operativo até o presente. Além disso, os técnicos do CEN iniciaram um projeto denominado então ALANGRA (apoio ao licenciamento de Angra), para fornecer apoio técnico ao licenciamento da Usina Angra 1⁷⁶⁶”.

No governo do General Geisel (1974-1979) foi lançado o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND). O I PND foi lançado no governo anterior (Médici) e previa a

⁷⁶⁵ Maiorino, José Rubens (2000). Física e engenharia de reatores. Situação atual e perspectiva futura. XII ENFIR. Não publicado.

⁷⁶⁶ Maiorino, José Rubens (2000). Física e engenharia de reatores. Situação atual e perspectiva futura. XII ENFIR. Não publicado.

implantação da primeira central nuclear, de 600 MW com o objetivo de fornecer energia elétrica para a região centro-sul do país. O II PND teve o mérito de atuar no sentido de alcançar autonomia no campo das importações de petróleo, aço, alumínio, fertilizantes, e mesmo da indústria de bens de capital, como no caso de ferramentas. Isso significa maior demanda de energia.

Neste período houve uma preocupação com o setor energético, haja vista a substituição parcial da gasolina pelo álcool e a expansão do seu potencial hidráulico com a construção de hidrelétricas como Itaipu (acrescentou ao sistema energético 12.600 MW)⁷⁶⁷.

Na área nuclear o II PND objetivava capacitar o Brasil no desenvolvimento da tecnologia de reatores e combustíveis nucleares incluindo o enriquecimento de urânio. No entanto, neste mesmo período ocorreram gastos com projetos que demandavam uma soma enorme de investimentos, com pouco retorno devido ao caráter de nos deixar dependentes dos países detentores da tecnologia adquirida.

Vários acontecimentos importantes ocorrem em 1974. Faremos um resumo desses acontecimentos para “sentirmos” o clima que envolvia as decisões tomadas no âmbito da política nuclear. O Brasil tenta negociar a compra de uma usina de enriquecimento com a França. Esta, entretanto, só admite a transferência da usina desde que não seja permitido que o Brasil tivesse acesso à tecnologia envolvida no processo. A CBTN (lei 6.189) é transformada em Empresas Nucleares Brasileiras (Nuclebrás) com o objetivo de montar uma indústria do ciclo do combustível. Esta viria a participar ativamente no acordo Brasil-Alemanha e viria a ser extinta em 1988⁷⁶⁸.

Marques⁷⁶⁹ afirma que, as tensões internas entre, a CNEN e a Nuclebrás, no afã de controlar a política nuclear, deixavam a última em posição de inferioridade. Analisamos que na prática essa acaba competindo com o IEA, pois ficara encarregada de uma série de atividades que já eram realizadas na Instituição.

Ainda é digno de nota que o Conselho Nacional de Pesquisa passa a se chamar Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) mostrando uma

⁷⁶⁷ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear, página 55.

⁷⁶⁸ Cabral, Milton (1983), A questão nuclear, p. 54-55.

⁷⁶⁹ Marques, Paulo (1992). Sofismas nucleares (...), p. 80.

maior preocupação com o desenvolvimento tecnológico. O Brasil também tenta negociar com os EUA a compra de quatro centrais nucleares e de instalação do ciclo do combustível. O Governo americano impede o prosseguimento das negociações por envolver enriquecimento de urânio. No início de 1974 a Comissão de Energia Atômica dos EUA recusa-se⁷⁷⁰ a assinar contrato para o fornecimento de urânio enriquecido para Angra I o que vem a acelerar a busca com outros parceiros⁷⁷¹ como já pontuamos anteriormente.

Para se ter uma idéia da luta entre as diferentes posições vejamos uma das manipulações ocorridas nesse período. Em 1974 a Eletrobrás submete ao governo um documento que subestima nosso potencial hídrico de 150.10^3 MW em contrapartida a $213 \cdot 10^3$ MW, levantados pela própria Eletrobrás em 1980. Ainda apresenta, nesse documento um diagnóstico favorável à opção nuclear⁷⁷². Pode-se imaginar a importância de tais conclusões para a corrida do Governo para tentar, à maneira dos militares é bem verdade, suprir as nossas necessidades energéticas.

As pressões continuam⁷⁷³ com uma complexidade cada vez maior. Podemos exemplificar voltando a alguns detalhes da assinatura do acordo com a Alemanha sobre o suprimento do urânio enriquecido. Na realidade, as pressões têm muitas faces com um só corpo. Na questão da compra de urânio enriquecido para suprir os reatores que seriam instalados em Angra (acordo com a Alemanha) o Brasil precisaria do aval da URENCO que, como já discutimos anteriormente (no capítulo intitulado “Reator nuclear (...”), é um consórcio entre três países (Holanda, Inglaterra e Alemanha Ocidental).

⁷⁷⁰ “Já dissemos que o acordo Brasil-EUA, de 1972, estipulava que o reator Westinghouse de Angra I seria abastecido – durante toda sua vida útil – pelo urânio enriquecido nas usinas norte-americanas.”. Girotti, Carlos Alberto (1983), Brasil: estado Nuclear e democracia, página 91.

⁷⁷¹ “Um episódio ocorrido no início de 1974, (...) fornece o último ingrediente que o governo brasileiro necessitava para desvencilhar-se do jugo monopolista nuclear (...) . Tratou-se da negativa da AEC (Atomic Energy Commission), dos EUA, em assinar contrato de fornecimento de urânio enriquecido para Angra I (...)”. Marques, Paulo (1992), Sofismas nucleares (...) página 68.

⁷⁷² Marques, Paulo (1992), página 69. Também em Cabral, Milton (1983), nota na página 54. Ainda em Girotti, Carlos Alberto (1983), Brasil: estado Nuclear e democracia, página 14.

⁷⁷³ Muitas vezes sofremos várias pressões, dos países detentores das tecnologias avançadas, quando tentávamos individualmente desenvolvê-las, sobretudo devido ao medo de adquirirmos condições de dominar toda a tecnologia para produzir a bomba atômica. No período do acordo nuclear o Brasil sofre pressões internacionais visando impedir a consolidação do plano com a Alemanha. Segundo Marques, Paulo (1992), Sofismas nucleares (...) página 70, no acordo constavam os itens: prospecção, extração e processamento de minérios de urânio bem como compostos de urânio, produção de reatores nucleares, instalações e componentes, enriquecimento de urânio e produção de elementos combustíveis e reprocessamento de combustíveis irradiados.

Girotti⁷⁷⁴ aponta que além das pressões na hora de se fechar o Acordo com a Alemanha ocorreram outras pressões, a princípio, por parte do Parlamento Holandês, mas que tinham indiretamente a ver com os EUA. Neste meio tempo entram também no cenário as pressões que eram feitas pelo movimento intitulado “antinuclear”, misturado com questões políticas também já discutidas (capítulo intitulado Reator nuclear...), que sem perceber estão favorecendo outros interesses também estranhos a nossa vida nacional.

Ainda Girotti⁷⁷⁵ aponta que a confusão está instalada. Mas, nos perguntamos novamente, o que a CNEN fez nesse processo? Nesta altura já tínhamos condição de sobra de propor uma saída que não dependesse de decisões políticas tomadas por outros países e nem um pouco interessados em uma ajuda efetiva⁷⁷⁶.

O programa nuclear é um dos exemplos clássicos do período em que se tentou a transferência de tecnologia através de acordo e pouco se lucrou. O programa nuclear que foi concebido desde os anos 70, previa a instalação de oito usinas de grande porte, além de Angra I até 1990. Realmente um projeto estratosférico que não pode ser implementado e ainda, o pouco que foi feito nos endividou e não conseguimos auferir benefícios com a aquisição de tecnologia⁷⁷⁷.

A participação nacional no projeto, fabricação e construção de Angra I não foi significativa. Perdemos a oportunidade de aproveitar este período para o desenvolvimento de uma indústria voltada para o setor nuclear⁷⁷⁸. Após a inserção resumida do que

⁷⁷⁴ Girotti, Carlos Alberto (1983), Brasil: estado (...) página .87-93.

⁷⁷⁵ Girotti, Carlos Alberto (1983), Brasil: estado (...), página 87-93.

⁷⁷⁶ No campo de cooperações internacionais cabe destacar que os acordos com os EUA, França e Alemanha não contribuíram no desenvolvimento nuclear brasileiro. Ainda o pior é que, nós ficamos “proibidos” de adquirir os conhecimentos, das tecnologias avançadas e industrialmente comprovadas. O que nos foi fornecido - produtos acabados - não nos dava a chance de verificarmos a sua construção.

⁷⁷⁷ “(...) Este ressalta que é importante existir uma estrutura de conhecimento na sociedade, evidenciada por aptidões intelectuais que se revelam na competência para resolução de problemas a partir de conhecimentos adquiridos. Muito, imprecisa e vagamente, denominam isto de know-how (e para nós, o verdadeiro conhecimento tecnológico precisa incluir o know-why).” Magalhães, Gildo (1997), Evolução tecnológica e modernização (...), página 83.

⁷⁷⁸ Consta do plano 2015 da Eletrobrás (Eletrobrás, 1993) que a participação nacional ocorreu nas pontes rolantes dos edifícios da turbina e do combustível, compressores de ar alternativos, estação de tratamento de água, fabricação do vaso de aço da contenção utilizando chapas importadas, diversos tanques de armazenamento de óleo e água destilada, tubulações do sistema do abastecimento de água, ancoragem da tubulação de água e vapor, parte dos cabos elétricos, alguns painéis, assim como os transformadores auxiliares e de serviço. O relatório ainda cita que partes específicas do projeto da usina ficaram a cargo da Promon Engenharia S.A. A montagem eletromecânica foi realizada pela Empresa Brasileira de Engenharia-EBE, sob a supervisão direta da Westinghouse e a execução das obras civis, representando menos de 20 % dos custos totais do empreendimento coube a construtora Noberto Oderbrecht-CNO. Na construção de Angra I ocorreram falhas, sobretudo de projeto original. Equipamentos foram posteriormente substituídos. Segundo Malheiros, Tânia (1993), “Brasil a bomba oculta: o programa nuclear brasileiro”, os gastos com as montagens e o transporte de peças correspondiam em outubro de 1992 à cerca de US\$ cinco milhões. Neste período o país se endividou mais ainda e a inflação subiu em média 37,95% (Fausto, Bóris, A história do Brasil, p. 497). Segundo Bóris Fausto (Fausto, Boris (1999), A história do Brasil, p.497), no final do governo Geisel o PIB cresceu na média anual em 6,7% e em 4,2% no cálculo per capita entre 1974 e 1978. A inflação subiu em média 37,9% no mesmo período. Ocorreu a oferta

acontecendo no cenário Nacional e internacional podemos avaliar que a instituição tomou a sua decisão e que tinha um apoio para fazê-lo.

No cenário real descrito, a Instituição continua a sua busca para alcançar o desenvolvimento tecnológico pretendido, já em parceria com a Marinha. Os trabalhos de cunho acadêmico continuam sendo publicados em áreas como reatores, metalurgia nuclear, engenharia química⁷⁷⁹. Outras áreas estão publicando intensamente como os pesquisadores da física nuclear, física do estado sólido, radiobiologia, radioquímica. Neste período também o grupo responsável pela Proteção Radiológica do IEA está sendo fortalecido. E conta com a visita técnica durante vários anos de um importante especialista americano do Oak Ridge National Laboratory, Doutor Walter S. Snyder, que mesmo vindo como colaborador, publica trabalhos no país⁷⁸⁰.

A Coordenadoria de Aplicação de Radioisótopos na Engenharia e na Indústria continua atuando intensamente e os frutos se farão sentir anos mais tarde quando é instalado o segundo ciclotron no IPEN, conforme descrito anteriormente e que começa a participar na produção de radioisótopos para a área médica.

O IEA está se voltando para adquirir conhecimentos tecnológicos no começo dos anos setenta. Está ocorrendo uma mudança sutil na instituição que será instrumentalizada na

pelas empresas estatais dos bens produzidos a preço abaixo do custo o que tornava estas empresas deficitárias. A dívida externa cresceu e a dívida interna começava a pesar pelo mecanismo de correção monetária e pelo pagamento de juros elevados comprometendo o orçamento da União. Era o início do aprofundamento da crise econômica no país e que viria se refletir nos investimentos futuros em ciência e tecnologia. Mais uma vez os pesquisadores ficavam a mercê dos altos e baixos da situação econômica no país.

⁷⁷⁹Haydt, Heliton Motta; Damy de Souza Santos, Tharcísio (1974). Redução de óxido de zircônio por magnésio como redutor metálico, tendo zinco como solvente. Publicação IEA 333. apresentada ao XXVIII Congresso Anual da ABM, Brasil, 1973. Anjos de Jesus, Gabriel; Abrão, Alcídio (1974). Uso da cromatografia de extração na separação, concentração e determinação de metais em urânio. Estudos do sistema Al_2O_3 – tri-n-Octilamina $HCl-UO_2Cl_2$. Publicação IEA 338. Araújo, José Adroaldo (1974). Estudo de precipitação contínua de DUA para a implantação na instalação piloto CEQ-IEA. Publicação IEA -339. Federgrün, Ludmila; Abrão, Alcídio (1974). Determinação dos conteúdos de UO_2F_2 , de UO_2 e de UF_4 em tetrafluoreto de urânio. Publicação IEA – 341. França Jr., J. Monteiro; Messano J. (1974) dimensionamento de colunas pulsadas industriais na purificação de urânio para fins nucleares, pelo método do H.T.U. indireto. Publicação IEA 343. Faya, A. J.; Faya, S. C. Shu; Oosterkamp. (1974). Publicação IEA 352. Faya, A. G.; Nakata, H.; Rodrigues, V. G.; Oosterkamp, W. J. (1974) Definição de parâmetros para cálculos de física do reator PWR de obriheim KWO utilizando –se programas GELS e EREBUS. Publicação IEA 353. Oosterkamp, W. j. (1974) evaluation of fast reactor blankets. Apresentado na Conferência sobre advanced reactors, 1974, EUA. Chierice, Gilberto Orivaldo. (1974). Determinação dos coeficientes de difusão do nitrato de urânio em meio aquoso e em meio orgânico pelo método do diafragma poroso. Publicação IEA -361. Moraes, Sérgio de; Cipriani, Moacir; Abrão, Alcídio. (1974). Separação de traços de zinco e de paládio em urânio por extração com tri-n-octilamina. Determinação direta na fase orgânica por absorção atômica. Publicação IEA- 367. Ishiguro, Yuji; Jorge, Elisabete. (1974). Two group milne problem: a numerical study of the effect of scattering anisotropy. Publicação IEA -368. Ishiguro, Yuji (1975). Half-range orthogonality theorem for thermal neutron transport. Publicação IEA -370. Abrão, Alcídio. (1975). A rapid radiochemical ion exchange separation of iodine from tellurium a novel radioiodine-132 generator. Publicação IEA -371. Apresentado no III rd. Interamerican Radiochemistry Meeting, Brasil. 1974.

⁷⁸⁰ Snyder, Walter S. (1974). Monte Carlo estimation of dose from internal sources of photons in a anthropomorphic model of the human body. Publicação IEA 346.

década de noventa em diante. A instituição está caminhando na direção de se transformar em um instituto de desenvolvimento de tecnologias, está procurando um nicho próprio, ainda na gestão do professor Pieroni. No entanto, ainda não se encontra amadurecida para a guinada dos anos oitenta. Neste período o que fica claro é que está ocorrendo uma transformação. Naquela época, se fôssemos analisar, não teríamos a percepção de que seria realizada uma parceria duradoura com a Marinha que traria benefícios, apesar dos aspectos controversos por nós já analisados. Também, se tivéssemos tido um outro tipo de parceiro, em vez da Marinha a indústria nacional⁷⁸¹, teríamos percorrido outro caminho. Torna-se necessário uma conjuntura para que as mudanças ocorram, nada é por acaso⁷⁸². No entanto, já se poderia perceber a importância que se dava para o ensino, o que já analisamos anteriormente. Voltemos à temática de aquisição e desenvolvimento de conhecimentos tecnológicos.

“Foram definidas as especificações da estrutura mecânica do carço de um conjunto crítico moderado a grafita a ser instalado no reator de potência zero do IEA. Estas especificações se referem às dimensões e ao número de buracos de cada bloco, às dimensões dos bastões a serem introduzidas nas lacunas, e aos mecanismos que asseguram a reprodutividade experimental do sistema.”⁷⁸³.

Esta é uma linha de pesquisa que ainda nessa altura é forte na instituição. Nesse período, uma das cadeiras obrigatórias para se realizar a pós-graduação junto à Escola Politécnica chamava-se Análise de Reatores I. Isso dá uma dimensão para a importância da engenharia nuclear na Instituição no período, o que está condizente com o período anterior à opção política de adoção e transferência de tecnologia adotada pelos governos militares.

“Nesta época, foram arregimentados dezenas de recém formados em física e engenharia, iniciando um programa de formação de mestres em engenharia nuclear, na POLI. Em vista do ambiente nacional, busca de opções energéticas, foi dada a missão para o grupo, com o endosso governamental, de desenvolver P&D na opção que (...) era internacionalmente considerada uma das mais promissoras, os reatores refrigerados a Hélio de alta temperatura, moderados à grafite, os chamados HTGR (High Temperature Gas Cooled Reactor) e o GCFBR (Gas Cooled Fast Breeder Reactor), em desenvolvimento pela empresa americana Gulf

⁷⁸¹ Essa possibilidade foi amplamente discutida e analisada por nós, anteriormente.

⁷⁸² “O que se chama de acaso na história é apenas um equívoco terminológico. Na verdade se trata da interferência, numa sequência histórica, de outra sequência histórica”. Mello, Evaldo Cabral (2003). Uma pedra no sapato do Brasil. Nossa história. Ano I/número 1. 2003.

⁷⁸³ Ferreira, Antonio Carlos de Almeida; Hukai, Roberto Y.(1975).Definição das características estruturais do conjunto crítico moderado por grafita do reator de potência zero do IEA. Rodrigues, Antonio Fernando (1975). Aplicações do SCR em controle de potência. Publicação IEA 376. Diegues, José Antonio Dias; Bobadilha, Maria Ilse Villanueva. Código nucleídeos. Publicação IEA 377.Mello, Ronaldo E. F. de; Behar, Marcos Roberto; Martines, Eduardo Wagner. (1975). Estudo da fração de vazão média em um escoamento bifásico ar-água em um tubo vertical. Publicação IEA – 378.

General Atomic (GA), com tradição na indústria nuclear pelo seu famoso reator de pesquisa TRIGA. Para o Brasil esta opção era extremamente atraente, pois este tipo de reator ao invés de um vaso de pressão de aço, possuía o conceito de um vaso de pressão de concreto, tecnologia que o país dominava devido sua experiência nas construções de barragens e sua avançada engenharia civil. Mais além, o conceito possibilitava a utilização do tório, minério que possuímos em abundância, e permitia outras aplicações, além da geração de eletricidade, tais como processos de calor para a indústria química, dessalinização etc⁷⁸⁴“.

“O grande impulsionador do CEN foi o Doutor Roberto Hukai, possivelmente o segundo Ph. D. em engenharia nuclear no Brasil pelo MIT (...). Por volta de 1972 começou a montar um grupo em engenharia nuclear (...⁷⁸⁵)”.

O Doutor Hukai trouxe os alunos que tinham acabado de se formar nas melhores faculdades de engenharia e física do Brasil (USP, UNICAMP). Teve o apoio do professor Pieroni que lhe concedeu várias bolsas de estudo.

O Doutor Maiorino entrou em janeiro de 1974, quando chegaram a entrar quase cinquenta bolsistas⁷⁸⁶ na Instituição. A partir daí foi construído um circuito experimental termohidráulico de hélio e um laboratório de mecânica estrutural. Outro grupo estudava física e engenharia de reatores na parte de instrumentação e controle. O Doutor Hukai para formar esse grupo trouxe três Doutores. O Doutor Lao Holland, um inglês que dava o curso de análise de reatores; o Doutor Yuji Ishiguro, um Japonês, e o Doutor William Oosterkamp um Holandês que tinha uma familiaridade grande com os programas de computadores e treinou muitos pesquisadores como calculistas de reator. Havia uma dinâmica muito forte, o pessoal estava muito entusiasmado. Em 1975, foi firmado o acordo Brasil com a Alemanha. Posteriormente, conforme já descrevemos o programa do HTGR perdeu o sentido. Mesmo assim a Instituição ainda ficou pesquisando por um certo período o tema.

⁷⁸⁴ Maiorino, José Rubens (2000) física e engenharia de reatores. Situação atual e perspectiva futura. XII ENFIR. Não publicado.

⁷⁸⁵ Entrevista gravada com o Doutor José Rubens Maiorino em 03/10/2001.

⁷⁸⁶ Existia um grupo em física de reatores, outro em termo-hidráulica e outro em estruturas.

Em 1976 o atual Doutor Maiorino viajou para fazer o doutoramento no exterior. O Doutor Hukai se desiluiu com a área nuclear e já no fim da década de setenta foi trabalhar na Secretaria de Ciência e Tecnologia com a qual o IEA mantinha estreitas relações no período.

*“Acredito que ele (**Doutor Hukai**) tenha sido um dos responsáveis da mudança do nome de IEA para IPEN. (...). Voltei em 1980⁷⁸⁷“.*

Comentamos rapidamente a questão da mudança do nome de IEA para IPEN ocorrido em uma tentativa de pesquisarmos em outras áreas energéticas que não somente a nuclear. Segundo o Doutor Maiorino e estamos de acordo, em vista da forte cultura dos pesquisadores, em tecnologia nuclear, essa iniciativa não foi atingida é aí acrescentamos, na época, os seus objetivos. Assim é que, até bem pouco tempo atrás, o nuclear continuava sendo o principal alvo de pesquisa da Instituição. No entanto, veremos mais adiante que isso está mudando rapidamente na Instituição. Não só outras linhas de pesquisas que não estão diretamente ligadas aos interesses do campo nuclear e, tampouco, aos interesses de buscar alternativas para a matriz energética do país, estão se fortalecendo na Instituição. Também estão ocorrendo outras tentativas de pesquisas ligadas à busca de opções de fontes de energia para sustentar o desenvolvimento, que não têm seus fundamentos teóricos em reações termonucleares. É o caso típico, em moda no momento, das células a combustível liderada pelo Doutor Marcelo Linardi, pesquisador do IPEN. Essa é uma linha de pesquisa mais recente na Instituição e que surge após o desmantelamento das pesquisas na área do ciclo do combustível. É uma tentativa de seguir o que o mundo está pesquisando (ver Iconografia). Deixamos claro que não se trata de uma crítica e nem de juízo de valor. Aliás, é o ser humano na sua mais pura tentativa de virtuosismo tão característico do fato de sermos seres pensantes – isso é para um outro debate. Aqui fica só o alerta do que está surgindo como novo na Instituição. O que o homem quer ser, julga que será e o que faz ou fez são questões fora do nosso trabalho histórico quando se trata de analisá-lo na dimensão psicanalítica. Estamos lidando com os fatos dentro do contexto social, político e econômico.

Vamos nos adiantar um pouco e vejamos o que pesquisa a equipe do Doutor Linardi como uma tentativa atrasada de honrar o nome “Energéticas” do Instituto. Inicialmente,

⁷⁸⁷ Entrevista gravada com o Doutor José Rubens Maiorino em 03/10/2001.

não tínhamos a cultura para ousarmos outras linhas de pesquisa que não aquelas ligadas ao nuclear. Isso ficou claro no capítulo sobre a cultura do IPEN. No entanto, o ser humano é dinâmico. Quando da passagem da Marinha pelo IPEN já comentamos que foram anos que nos marcaram e que não fomos mais os mesmos após sua partida. Não só a convivência nos marcou, como a proximidade que continuou – ainda ocupam o mesmo lugar que tinha sido destinado para a COPESP I e II, sendo nossos vizinhos muito próximos e usando até mesmo as nossas dependências como biblioteca e, eventualmente, restaurante, banco e conhecimentos. Muitos dos pesquisadores do IPEN ainda continuam numa posição estranha de pertencerem administrativamente ao IPEN, mas geograficamente no atual CTM/SP, colaborando com aquela Instituição. A separação não foi total.

Na escala micro é muito importante a passagem da Marinha pelo IPEN. Acrescente-se o fato de que o mundo, com as suas políticas e forte guinada para a sociedade denominada de mercado, assunto que não trataremos, pois é algo mais do que sabido, influenciou os pesquisadores do IPEN, pois estão inseridos nesse mundo. Aqui, também não estamos somente descrevendo, pois já discorreremos bastante sobre o tema para podermos, finalmente, fundamentar o nosso relato e análise para chegar ao final do trabalho com as suas conclusões que, de antemão, diremos que não são definitivas dentro de uma série de pesquisas que pretendemos continuar a fazer. No entanto, não estamos ainda nas conclusões e voltemos ao tema das células a combustível.

O Doutor Linardi, inicialmente formado em engenharia química pela UNICAMP e posteriormente doutorado na Alemanha, tem se interessado ultimamente pelo desenvolvimento de sistemas associados à tecnologia de células a combustível do tipo membrana polimérica trocadoras de prótons PEMFC (Próton Exchange Membrane Fuel Cells) conforme depoimento, objetivando a aplicação estacionária desse tipo de célula, de baixa potência, com a finalidade de produção distribuída de energia elétrica. É muito importante o amparo de uma instituição para qualquer profissional. Dentro da carreira acadêmica não é possível prosseguir os estudos se eles não tiverem esse vínculo. Vimos inúmeros exemplos de que o IPEN não somente empresta o seu nome para o aluno como se preocupa com a sua formação.

“Sempre gostei de química, então a minha escolha por engenharia química foi natural. Tive uma certa dúvida em fazer bacharelado de química ou engenharia. Como engenharia era mais técnica, mais voltada

para aplicações resolvi (...). Fiz um estágio em uma indústria de papel, Santa Terezinha em Bragança Paulista. e fiz um estágio em uma indústria de galvanoplastia (...), a MP do Brasil⁷⁸⁸”.

O Doutor Linardi acabou a faculdade em 1984 (...). Durante o último ano da engenharia química se interessou por pesquisa devido aos estágios realizados e se sentiu mais à vontade no ambiente universitário, assim sendo optou por fazer uma carreira científica.

“Logo que me formei fiz o curso de Introdução à Engenharia Nuclear da Coppe, no Rio de Janeiro, durante 4 meses. Ao mesmo tempo me inscrevi na pós-graduação em física nuclear do ITA e no IPEN. (...). A escolha foi pela área nuclear, pois era uma área que estava crescendo muito nessa época. Aqui no IPEN, naquele ano estava meio complicado porque não tinham bolsas (...). No decorrer de 1985, fui chamado pelo ITA (...). Sempre tive tendência em fazer um trabalho experimental, mas isso não era possível no ITA”.

O Doutor Linardi agendou um programa de pesquisa com a Doutora Bertha Floh de Araújo⁷⁸⁹, no Departamento de Engenharia Química, na época. Escolheu o trabalho da dissertação de mestrado na área de reprocessamento do combustível nuclear. (...). A Doutora Bertha passou a orientá-lo.

“Fiz todo o meu trabalho no Departamento de Engenharia Química (...). Estava matriculado no CTA e após um ano como bolsista fui contratado como pesquisador auxiliar, mas ficava três dias por semana no IPEN. (...). Em 1987, terminei o mestrado. Devido a uma sugestão da própria doutora Bertha, que gostaria que eu continuasse os meus estudos, na Alemanha fui para o exterior. Havia uma forte interação dos pesquisadores do Centro Nuclear de Karlsruhe com o IPEN. Ela fez alguns contatos (...). Concorri a uma bolsa do Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico para fazer o doutorado na área de reprocessamento do combustível. Ganhei a bolsa (...). No final de 1987 já estava na Alemanha (...). Comecei o doutorado em 1988⁷⁹⁰”

Fizemos questão de colocar a origem do pesquisador Doutor Linardi na área do ciclo do combustível por duas razões. A primeira delas é evidente que queremos chamar a atenção que os jovens recém formados viam a importância do ciclo do combustível, destacando-se o papel do IPEN. A segunda, que não está desligada da primeira, é a capacitação, façamos jus, ao pessoal treinado no IPEN, para enveredarem para outras áreas, uma vez que se tornou imperativo que tal acontecesse em virtude de falta de estímulo gritante que ocorreu

⁷⁸⁸Entrevista gravada com o Doutor Marcelo Linardi em 16/04/2003.

⁷⁸⁹ Foi a co-orientadora na dissertação de mestrado. O trabalho foi desenvolvido em processos de separação de tório (processo torex), que pela primeira vez no Brasil foi realizado em todas as três etapas simultâneas (uma escala de descontaminação dos produtos de fissão,, separação tório-urânio e reversão).

⁷⁹⁰ Entrevista gravada com o Doutor Marcelo Linardi em 16/04/2003.

com as pesquisas na área nuclear do ciclo do combustível e mais uma vez o papel do IPEN de formar pessoas capacitadas.

“Terminado o meu doutorado na Alemanha (...). em 1982. fiquei descontente o CTA (...) não tinha essa linha de pesquisa. (...). Vim para o IPEN ver o que eu poderia fazer (...). Na época, a tendência na área do reprocessamento do combustível nuclear não era mais a purificação do combustível por solvente, o que eu tinha estudado até então. Uma fronteira da área do reprocessamento, que ainda é até hoje é o reprocessamento via processo eletro-químico. (...) considerando o combustível metálico para reator avançado⁷⁹¹, rápido. (...). Isso era de interesse no CTA pelo fato de se estudar o reator Amazonas, que era um reator rápido a tório. (...). Tive outra bolsa e fiquei no IPEN durante um ano (...). trabalhando com a Doutora Elisabete Pecini, na área de reprocessamento do combustível via processo eletro-químico⁷⁹². (...). Trabalhamos juntos durante o ano de 1994 e no começo de 1995. (...). Fui fazer um pós-doc, na Alemanha, na área de eletroquímica. (...). Pedi uma bolsa FAPESP (...). Fui em 1996.(...). Oo grupo que eu estava, tinha uma outra atividade muito forte que era a célula a combustível. (...). Eu desconhecia e passei a acompanhar a evolução do grupo na área de célula a combustive. O grupo era muito unido, com seminários de área e as defesas de tese eram feias com a participação de toda a comunidade.(...). Em 1998, terminei o pós-doutoramento e voltei para o Brasil. Após o retorno proferiu seminário. Estava presente o Doutor Paschoal que era Gerente da Diretoria M (Metalurgia, na época). Como introdução do trabalho que desenvolvi, falei do que o grupo fazia em geral, inclusive as atividades de célula a combustível. Isso interessou ao Doutor Paschoal que queria criar um núcleo de pesquisa de célula a combustive, pois era uma tendência forte no futuro esse tipo de energético. Ele me fez um convite para nuclear um grupo de pesquisa em célula combustível. (...). Foi a minha saída da área nuclear⁷⁹³”.

O IPEN acabou solicitando junto ao Ministério da Aeronáutica, hoje Ministério da Defesa, a transferência do Doutor Linardi. Desde 1998, portanto, ele passou a integrar o quadro de funcionários do IPEN nucleando o grupo de Célula a Combustível.

“O meu primeiro passo foi trazer o professor que me orientou na Alemanha para o IPEN. Consegui uma bolsa FAPESP de professor visitante e o trouxe por dois meses. Fizemos várias reuniões para saber qual seria a contribuição que o IPEN poderia dar nessa área. Foi decidido que iríamos atacar dois tipos de células entre os cinco tipos principais. As células de alta temperatura de operação que são as células cerâmicas, aproveitando toda a competência do grupo de cerâmica do Departamento de Materiais.(...) e as células de baixa temperatura de operação as células PEM que é uma célula bastante promissora tanto para aplicações estacionárias quanto para aplicações móveis⁷⁹⁴”

⁷⁹¹ O mesmo PWR considerando o combustível metálico – tem uma dissolução metalúrgica do combustível gasto e através de etapas eletro-químicas extrai-se os actínidos dos produtos de fissão e produz um novo elemento combustível.

⁷⁹² Eletrodeposição do urânio.

⁷⁹³ Entrevista gravada com o Doutor Marcelo Linardi em 16/04/2003.

⁷⁹⁴ Entrevista gravada em 16/04/2003 com o Doutor Marcelo Linardi. Franco, E. G.; Linardi, Marcelo; Aricó, E. (2001). Formulação de novos eletrocatalisadores pelo método de Bönnemamm para oxidação da mistura H₂/CO e metanol em células a combustível a membrana trocadora de prótons. XI simpósio Brasileiro de Eletroquímica e eletroanalítica XII

Enquanto alguns dos pesquisadores estão saindo em uma segunda grande leva do IPEN (anos oitenta) para irem estudar no exterior, no Brasil, prossegue o programa nuclear oficial (Angra) e o autônomo. Retornemos, portanto aos anos oitenta, pois muito ainda temos para falar do período. No governo Figueiredo ocorre um segundo choque do petróleo. Agrava-se a crise econômica e o problema da balança da folha de pagamento. Os investimentos das empresas estatais são cortados. No período 81-83 o PIB teve um declínio de 1,6%. A inflação chega a 110,2% em 1980 e em 1984 alcança a cifra de 223%. A dívida externa sobe de 43,5 bilhões de dólares para 91,0 bilhões. Os recursos destinados à ciência e à tecnologia são reduzidos. Este quadro se mantém ao longo do Governo Sarney.

Finalmente constatamos que a transferência de tecnologia não ocorreu, muito embora esta fizesse parte do acordo nuclear Brasil-Alemanha. Não podemos esquecer como analisa Luiz Alfredo Paulin⁷⁹⁵ que:

“A tecnologia hoje disponível é gerada, em sua maior parte dentro do centro do sistema. Efetivamente, a pesquisa tecnológica é feita no primeiro mundo, em especial através dos laboratórios de empresas. Foi-se o tempo em que existiam inventores não ligados a grupos econômicos”.

Mais adiante o mesmo autor comenta:

“Desse modo, uma das questões fundamentais com a qual se deparam as economias periféricas é a forma pela qual terão acesso à tecnologia. (...) a dependência tecnológica é uma das notas características do subdesenvolvimento e dia a dia, devido a dificuldade de caráter econômico com que, sem exceção, os países subdesenvolvidos se defrontam, torna-se inviável o aumento de investimentos nessa área”.

SIBEE. 2001, Rio Grande do Sul. Franco, E. G.; Aricó, E.; Linardi, Marcelo; Roth, C.; Martz, N.; Fuess, H. (2001). Syntesis and characterization of eletrocatalyst powders for application in PEM Fuel Cells. 3rd International Latin-American Conference on Powder technology, 2001, Florianópolis. Brasil. Neto, A. O.; franco, E. G.; Aricó, E. M.; Raimundo, C. de P.; Linardi, M. estudo voltamétrico da eletro-oxidação do metanol sobre Pt-Dy/C preparado pelo método de Bönnemann. 25ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de química, 2002, Poços de Caldas, Brasil. Neto, A.O.; Franco, E. G.; Aricó, E. M.; Linardi, M.; Gonzales, E. R. (2002). Eletro-oxidation of methanol and ethanol on Pt-Ru-Mo/C electrocatalysts prepared by Bönnemann's method. //international /workshop on Ceramic & Metal Interfaces. 2002, Oviedo. Espanha. Linardi, M.(2002). Topics on PEM Fuel Cell for micropower experience. 2002. Buenos Aires. Argentina. Patente INPI número: 0202334-2, 2002. Célula eletrolítica vertical com diafragma para o eletrorefino de ligas de alumínio em banho de cloretos fundidos para produção de alumínio de qualidade primária. Wendt, h.; Götz; Linardi, M. (2000). Tecnologia de células a combustíveis. Química Nova, QN 23, número 4. página 538-546. Linardi, M.; H. Wendt, H.; Aricó, E. (2002). Células a combustível de baixa potência para aplicações residenciais. Química Nova in 25, número 3. Página 470-521. Franco, E. g.; Neto, A.Oliveira; Linardi, M.(2002). Syntesis of electrocatalyst by the Bönnemann method for the oxidation of methanol and the mixture H₂/CO in a proton exchange membrane fuel cell. J. Braz. Chem. Soc. Volume 13, número 4. Página 516-521.

⁷⁹⁵ Paulin, Alfredo (1994), *Tecnologia e sua importância*, p. 624.

Não adotamos integralmente o ponto de vista de Paulin se pensarmos em planejamento em um longo prazo. No entanto, colocamos o seu comentário para explicitar que investimento em ciência e tecnologia é uma atividade de custo elevado. Ora, o capital só vai querer investir se tiver condições de arriscar e isso só pode se dar no país de origem. Aqui, fica claro porque refutamos a posição de Arrighi sobre a transnacionalidade do capital. Portanto, para países como o Brasil é necessário investimento, por parte do Estado, em ciência e tecnologia⁷⁹⁶. Realmente, estamos diante da difícil situação em que precisamos investir em ciência e tecnologia. O setor privado não vai querer fazê-lo sem retorno imediato. O retorno do investimento feito em uma pesquisa requer tempo, gastos, treinamento de pessoas. Vimos todo o caminho percorrido para alcançarmos a vitória e um amadurecimento em várias áreas, ainda que algumas não tenham praticamente deixado rastros por questões políticas.

Algumas vezes, o fracasso temporário faz parte do jogo na busca de soluções. O setor público, não tendo recursos suficientes, terá de fazer empréstimos e com isso aumentar a dívida externa do país. Com este impasse e mentalidade corremos o risco de nos transformarmos, em um futuro próximo (como já estamos vendo alguns sinais, aos quais já alertamos no caso da Instituição), em um país de comércio e serviços com indústrias de pouca expressão e sem retorno substancial para a sociedade.

O Governo, como sabemos, nas gestões dos militares, optou para a produção de energia para a utilização de reatores nucleares cujo combustível seria o urânio enriquecido. Segundo o Governo, esta opção apresentava maior rendimento do que reatores com urânio natural, maior segurança, menos custos. Sendo assim, um dos problemas a serem resolvidos consistia em dominarmos a tecnologia de enriquecimento isotópico do urânio.

⁷⁹⁶ Provavelmente para os países industrializados seja válido o raciocínio de Paulin. Em um artigo de Leila Suwwan, nós encontramos um reforço para o nosso raciocínio. Neste artigo encontramos um quadro: distribuição de investimentos entre setores público e privado. Para ciência e tecnologia (1999) no Brasil o setor privado investe R\$ 4,7 milhões (3,6%) e o público 8,3 milhões (63,5%). Em P&D (1999) o setor privado investe R\$ 3,2 milhões (37,6%) e o público R\$ 5,2 milhões (62,4%). A média de aplicação para os países da Organização para o Desenvolvimento e Cooperação econômica (Austrália, Canadá, Japão, Coreia do Sul, México, Nova Zelândia, Turquia, EUA e países europeus) fica para o setor privado em 63,1% contra 36,9% para o setor público. No entanto, é nesta região (EUA, Europa Ocidental e Japão), que se encontram as matrizes das grandes indústrias mundiais e onde sobra o capital para ser investido em atividades de risco. Embora a autora não cite as fontes dos dados colocados no quadro em questão, estes podem ser usados como um termômetro indicativo da nossa posição. Leila Suwwan (2001). In: Folha de São Paulo, caderno ciência, p. A-8 de 21/09/2001.

A tecnologia para enriquecimento de urânio pelo método da ultracentrifugação⁷⁹⁷ (amplamente difundida e utilizada por sua viabilidade técnica e econômica) não nos foi repassada, pois a Holanda, também como sabemos, juntamente com a Alemanha e a Inglaterra que constituíam o consórcio (URENCO), impediu a negociação dessa tecnologia.

Desta maneira, o processo acordado foi o de jatos centrífugos, caro em termos de consumo de energia e que demonstrou, na prática, a sua inviabilidade, dando força na década de 1980, ao desenvolvimento do já citado Programa Nuclear Autônomo.

O domínio das fases do ciclo do combustível, de modo a garantir a nossa independência não foi obtido pela via de acesso à tecnologia e sim pelo desenvolvimento, como atestam os resultados, ainda que parciais, do projeto de enriquecimento de urânio desenvolvido nos laboratórios do IPEN e pela Marinha em Aramar.

Segundo os trabalhos publicados, discursos, relatórios e depoimentos dos pesquisadores do IPEN (além das provas físicas como a usina em funcionamento)⁷⁹⁸, essa Instituição dominou a tecnologia de purificação de urânio e iniciou trabalhos de obtenção do dióxido de urânio a partir do DUA⁷⁹⁹. Realizou-se uma intensa programação experimental. O programa compreendeu a instalação de duas unidades piloto de purificação de urânio por troca iônica, uma para a obtenção de tetrafluoreto de urânio, por via seca em leito móvel, e outra para preparação de tetrafluoreto de urânio, por via aquosa, uma unidade piloto para a produção de trióxido de urânio, por decomposição térmica de DUA e por desnitração do nitrato de urânio, unidades de demonstração de produção de flúor elementar e obtenção de hexafluoreto de urânio, demonstração de produção de tricarbonato de amônio e urânio (TCAU) e fabricação de elementos combustíveis. Após o acúmulo de experiência na geração de flúor e sua purificação e preparação de hexafluoreto, em escala piloto, passou-se a uma unidade crítica maior visando experimentos de enriquecimento isotópico.

⁷⁹⁷ Atualmente os serviços de enriquecimento são oferecidos pela USEC (United States Enrichment Corporation) dos EUA, COGEMA/EURODIF (França e associados), TENEX/MINATOM (Ministério Russo de Energia Atômica) e pela URENCO (Reino Unido, Holanda e Alemanha). Existem outros fornecedores de menor porte como a CNEIC (Chinese Nuclear energy Industry Co) da China e a JNFL (Japan Nuclear Fuels Ltda) do Japão. A ultracentrifugação é empregada pela URENCO, MINATOM, JNFL e CNEIC. A USEC, EURODIF e CNEIC empregam a difusão gasosa. O processo realizado com laser se encontra no estágio de desenvolvimento de pesquisa.

⁷⁹⁸ Abrão, Alcídio (1994). *O ciclo do urânio no IPEN*, pub. IPEN-398.

⁷⁹⁹ “O dióxido de urânio de pureza nuclear, demarca, na linha de processamento de urânio, o fim das etapas de purificação e o início do processamento visando a sua transformação em elementos combustíveis. Em geral consideram-se dois tipos de óxidos, ou sejam, os de características fluoretáveis e os de características cerâmicas”. In Corrêa, Heleno S; Costa, Eduardo C. (1970). Redução de diuranato de amônio com NH₃ anidro, pub. IEA - 207.

Também voltemos a falar um pouco mais detalhadamente do Projeto Conversão. Este surge, dentro de um contexto de independência tecnológica, nos anos 80. O Projeto Conversão (PROCON) pode ser realizado devido a um convênio entre o IPEN, a Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo e o CNPq. O projeto logrou o fornecimento de hexafluoreto para as primeiras ultracentrífugas em operação no país. Parece simples quando comentamos que a Instituição conseguiu dominar essa tecnologia de produção de UF_6 , afinal a mesma já tinha sido desenvolvida alhures.

Todos os trabalhos iniciados no final dos anos cinqüenta, pelos pesquisadores do IEA, proporcionaram à Instituição uma competência na área. Foram trabalhos que mudaram os rumos das pesquisas na área nuclear mundial? Não, realmente não foram, mas isso não significa que não deveríamos fazê-lo. Não podemos somente pensar em dois caminhos estreitos – pesquisa pioneira e boa e má pesquisa – segundo os critérios dos países mais avançados. São dois problemas que se colocam aqui. O primeiro diz respeito à insegurança de não estarmos fazendo pesquisa de ponta se quisermos trilhar o próprio caminho e sermos criativos, e o segundo refere-se a estarmos copiando o que é feito lá fora.

Essa discussão não tem sentido se ficarmos à espera que decidam por nós. Devemos tentar ser criativos e interagir com o mundo na medida do possível. Também devemos parar de correr atrás do que é feito nos países mais desenvolvidos, largando para trás o que estamos fazendo por estarem “obsoletos” simplesmente porque não servem mais para os outros. Fazendo assim deixamos de treinar e pensar. Até os anos setenta o IEA/IPEN, a despeito de uma série de dificuldades, estava pesquisando com disciplina, tendo um projeto - isso é nítido nos trabalhos publicados.

Os trabalhos para a produção do UF_6 trouxeram embutidos uma gama muito grande de tecnologias. O flúor elementar não era produzido no Brasil⁸⁰⁰ e nem havia oferta no comércio interno⁸⁰¹. Para a produção de UF_6 torna-se necessário antes produzir flúor elementar que é altamente perigoso dada a sua alta reatividade – reage com todos os elementos e se combina com reações que despendem energia com todos os elementos - exceção feita ao oxigênio e gases nobres.

O IPEN com a equipe liderada por Alcídio Abrão e outros pesquisadores amplamente citados até o presente, na fase de purificação do concentrado de urânio e da sua fluoração, teve que construir uma série de instalações⁸⁰² e desenvolver a tecnologia para a geração do flúor (por eletrólise de sais fundidos) e a fluoração (reação de F_2 com UF_4).

Todas essas pesquisas significaram um grande desafio tecnológico com um ganho em experiência para o país que além da geração do flúor, a produção do UF_6 e a produção do elemento combustível com o seu enriquecimento tem-se outras tecnologias que nem sempre aparecem como a construção de células eletrolíticas, colunas de absorção, compressores para flúor, transporte e armazenamento do HF, de F_2 e do próprio UF_6 ⁸⁰³. Deve-se também pensar na importância para a indústria nacional do domínio dessa tecnologia - era mais um monopólio das indústrias dos países industrializados. Não somente a indústria nuclear faz uso desse elemento.

Também, encontra aplicação na indústria química e elétrica. Sendo assim, ao desenvolvermos e dominarmos a tecnologia de produção de flúor elementar com a implantação de uma unidade piloto, estávamos contribuindo para que o país não necessitasse mais de importar esse elemento. Teríamos uma economia de divisas e a perspectiva de incentivar outras indústrias que fizessem uso de compostos fluorados com a possibilidade de, no futuro, exportarmos esse elemento. Uma vez tendo consolidado a tecnologia de produção de flúor elementar estava terminada a função da Instituição. O

⁸⁰⁰ Na época a indústria de compostos de flúor no Brasil e na América Latina compreendia um número pequeno de compostos. No Brasil a produção de HF anidro era para a produção de hidrocarbonetos fluorados do tipo freon para a indústria de nebulizadores. In Abrão, Alcídio et al (1981). Produção de flúor elementar no IPEN, situação atual no Brasil e perspectivas futuras. Informação IEA – 6.

⁸⁰¹ Abrão, Alcídio et al (1981). Produção de flúor elementar no IPEN, situação atual no Brasil e perspectivas futuras. Informação IEA - 6

⁸⁰² Abrão, Alcídio et al (1981). Produção de flúor elementar no IPEN, situação atual no Brasil e perspectivas futuras. Informação IEA – 6.

⁸⁰³ Essas informações estão documentadas e podemos citar entre outras: Abrão, Alcídio et al (1981). Produção de flúor elementar no IPEN, situação atual no Brasil e perspectivas futuras. Informação IEA – 6.

perfil do Instituto é mais adequado para desenvolver a pesquisa e não para produzir industrialmente.

As evidências de tudo o que constatamos e refletimos até aqui são muitas. Até poderíamos parar de comentar os outros depoimentos que nos deram. Por outro lado, dada as sutilezas recolhidas em cada depoimento, cada um sendo singular e universal no cenário estudado optamos por prosseguir com os comentários que irão enriquecer e confirmar as hipóteses levantadas. Seremos, um pouco mais breves nos comentários porque os depoimentos são tão ricos que falam por si só.

O engenheiro Felisberto que veio para o IPEN em 1979 quando a Instituição estava iniciando a pesquisa, em bancada, da geração de flúor. Existia um grupo onde o coordenador era o Doutor Alcídio Abrão. Era um grupo composto de umas cinco a sete pessoas de nível superior. Ele foi integrado a esse grupo por ter um conhecimento sobre processos eletrolíticos que tinha adquirido na indústria. (...). Recebeu a incumbência de colocar em operação duas pequenas células de bancada (60 a cada uma delas). O pessoal tinha inicialmente muita dificuldade porque não tinham conhecimento da geração do flúor e em especial ao manuseio de fluoreto de hidrogênio(...). A tecnologia da geração de flúor até os dias de hoje é estratégica e quem a domina não repassa, principalmente no Brasil pós IPEN, após a parada do PROCON ninguém mais está nesse ramo. Hoje em dia o engenheiro Felisberto está trabalhando em outra instituição onde será implantada, em um breve futuro, uma unidade de produção superior (em capacidade de produção) àquela do IPEN.

“Evidentemente não posso aqui revelar esse parâmetro por ter assinado um contrato de sigilo. O que ocorreu no IPEN já posso falar⁸⁰⁴”.

“Após a implantação das células recebi a missão de melhorar, ampliar a capacidade de produção das células⁸⁰⁵ para 400 A cada uma delas. Tive um tempo relativamente curto para projetar fabricar sendo tudo feito no IPEN, desde o projeto, fabricação, instalação, comissionamento e produção. (...). Elas funcionaram a contento por mais de três anos e superaram a capacidade de 400 A /hora cada uma. Após esta fase me colocaram na missão de estudar uma célula de capacidade industrial. (...). A célula padrão industrial, até

⁸⁰⁴ Entrevista (2002) com o engenheiro Felisberto Pedro da Silva que trabalhou na produção de flúor, no IPEN, nos anos oitenta. Hoje se encontra aposentado pelo IPEN e trabalha na Marinha do Brasil (CTM/SP).

⁸⁰⁵ Não existe uma linha de separação precisa entre a produção de laboratório e a industrial. Normalmente uma bancada vai até no máximo 200 A. Passou daí torna-se necessário estudar-se as condições de instalação. Pode-se projetar células com capacidade intermediária. O padrão industrial na década de oitenta era que todo mundo utilizava 6000 A. Existem estratégias de consumo de energia, problema de térmico, etc.

certo tempo atrás⁸⁰⁶, era de 6000 A /h (...). Nesse estudo cheguei a elaborar o projeto básico, já era o Projeto Conversão que se encarregou de fazer o projeto detalhado e enviou para uma empresa construir a célula, a primeira célula com capacidade industrial (6000 A /h). Ela foi construída, instalada, comissionada e colocada em operação. O desempenho da célula foi regular, produziu muito flúor e logo em seguida devido a problemas operacionais (...) a CNEN encomendou uma nova unidade com algumas modificações⁸⁰⁷. Algumas partes internas foram feitas nas instalações (oficinas) do IPEN⁸⁰⁸. Elas também funcionaram de uma forma regular e produziram até a parada do Projeto Conversão (parada de produção ordenada pela CNEN) no início dos anos noventa⁸⁰⁹.

O flúor é um dos elementos químicos que apresenta um problema significativo para ser estocado; hoje existem normas que aconselham a estocar pequenas quantidades para que não ocorram acidentes. Também apresenta um problema delicado de transporte. Existem normas americanas que para transportá-los é necessário misturar com um gás inerte para inibir a reatividade do flúor. Portanto todo o flúor produzido no IPEN foi consumido no próprio IPEN, foi transformado em tetrafluoreto de urânio. Posteriormente foi convertido em hexafluoreto de urânio (parte do UF₆ foi enviado para a antiga COPESP, atual CTM/SP). O UF₆ enviado para a COPESP foi utilizado para análises, para o projeto da ultracentrifugação. Posteriormente, em um convênio realizado pelo PROCON, o UF₆ deveria ser enviado para a antiga NUCLEI que hoje é a INB. Isso não ocorreu porque eles (NUCLEI) compraram o projeto de enriquecimento isotópico⁸¹⁰.

“Como profissional vou falar, sem emoção, mas, como um desabafo: sempre vi no flúor, em um universo de tecnologia, como uma área que quem a domina esconde a sete chaves. Durante dezoito anos de vivência aqui eu não achava correto o pouco que conseguimos repassar para quem quisesse, a troco de nenhuma compensação. (...). A CNEN, o IPEN, o Brasil perdeu muito e hoje deveríamos ter todas essas informações registradas, guardadas para a Instituição. No entanto, você não tem. Você não encontra na forma de um livro, de publicação mesmo que fosse interna. No início, existiam publicações no caso da purificação, no caso do tetrafluoreto de urânio. No caso do flúor e do hexafluoreto, infelizmente, não existe, nem internamente. Se você for procurar não encontrará. (...) quando o professor Alcídio Abrão conseguiu bons resultados na purificação, no tetrafluoreto de urânio, o objetivo era produzir um combustível no país para um reator seja do IPEN ou outro que pudesse ser implantado. (...). A etapa, mais difícil, seria o flúor(...).

⁸⁰⁶ Hoje existem padrões com até 11000 A / h.

⁸⁰⁷ Foi contratada uma empresa (hoje já não existe mais) que seguiu o projeto feito pelo IPEN. A empresa gerou algumas modificações mecânicas que se fizeram necessárias, não de processo, viabilizando uma melhoria.

⁸⁰⁸ Para garantir o segredo tecnológico segundo o engenheiro Felisberto Pedro da Silva..

⁸⁰⁹ Entrevista (2002) com o engenheiro Felisberto Pedro da Silva que trabalhou na produção de flúor, no IPEN, nos anos oitenta. O PROCON teve várias chefias (alguns nomes: engenheiro José Américo Andreatta, Wagner Oliveira, Carlos Otávio de Freitas, e por final o Paulo Miranda) mas quem finalizou como chefe foi o Doutor Paulo Miranda).

⁸¹⁰ Segundo o engenheiro Felisberto o UF₆ produzido foi para a COPESP, para o CTA e em quantidades pequenas para experiências. Ainda segundo o mesmo depoente durante aproximadamente seis anos foram vários cilindros para a COPESP.

Porque foi implantada essa unidade de flúor? Para se produzir o hexafluoreto de urânio.(...) para ir para o estágio seguinte de enriquecimento. (...). Existia uma verba disponível muito maior do que aquela que vinha do Estado que era a verba vindo da CNEN. O professor Alcídio Abrão foi para Brasília expor a necessidade de se ter o combustível no país (...). Foi assinado um convênio entre o governo Estadual e Federal⁸¹¹. (...). O Superintendente da época era o Doutor Hernani Amorim (...). Ficou acordado que a pessoa que iria gerenciar seria de fora do IPEN⁸¹². Foi aí que veio o engenheiro Andreato. O desembolso era realizado segundo o Relatório de Progresso, emitido de três em três meses. No entanto, o recurso alocado foi insuficiente e depois entrou o Doutor Rex Nazareth na CNEN que passou a se interessar mais de perto pelo projeto fazendo visitas constantes ao IPEN. Acabando a verba, o Doutor Rex se dedicou para conseguir mais verba para que o projeto pudesse prosseguir. (...) ⁸¹³”.

“Explicar porque parou: eu não seria a pessoa mais indicada para falar, mas desde a eleição do presidente Collor as atividades no PROCON desaceleraram e pararam⁸¹⁴”.

O flúor embora tenha uma gama enorme de aplicações o país não parece interessado em produzi-lo, pelo menos é o que se sente até a data em que finalizamos o trabalho.

“Existe uma empresa que fornece para o mercado mundial. Fiz contato com eles, mas eles não estão interessados em implantar uma fábrica de produção no Brasil, acho que por causa de segurança. Preferem deixar nos EUA, na Inglaterra, na França aonde eles têm um controle maior. O IPEN chegou a pensar na possibilidade de produzir hexafluoreto de enxofre. Chegou a ser feito um levantamento de consumo, que também é produzido por flúor elementar. No entanto, chegou-se à conclusão que o consumo é muito pequeno o que inviabilizaria a produção (...). Recentemente, foi oferecido para a Nitroquímica (Holding pertencente ao grupo Votorantins), mas eles não tem interesse em implantar a produção de flúor⁸¹⁵”

Outra questão que nos deixa perplexos é quando nos foi relatado que existia um grupo trabalhando junto com uma firma, segundo o engenheiro Felisberto, moderna e capaz (um projeto do Centro Experimental do Exército, no Rio de Janeiro), para se produzir ânodo de carbono amorfo⁸¹⁶, sem o qual não se poderia gerar o flúor. A fábrica foi montada para fazer estudo de desenvolvimento de grafite para reator. Após os anos noventa foi fechada⁸¹⁷.

⁸¹¹ Nesta época foi estimado a quantia de US\$ 200,000.00

⁸¹² Foi estabelecido um prazo de quatro anos, mas que não foi suficiente. Ele começou no início dos anos oitenta e se estendeu até os anos noventa.

⁸¹³ Entrevista com o engenheiro Felisberto Pedro da Silva explicando porque começou o Projeto Conversão.

⁸¹⁴ Entrevista com o engenheiro Felisberto.Pedro da Silva.

⁸¹⁵ Entrevista com o engenheiro Felisberto Pedro da Silva

⁸¹⁶ Eram importados e custam muito caro da Union Carbide e em um determinado momento deixou de vender para o Brasil. O flúor entre uma gama imensa de aplicações pode ser utilizado para produzir armas químicas.

⁸¹⁷ O engenheiro Felisberto Pedro da Silva nos relatou que tomou a decisão de desenvolver o projeto, em bancada por ser muito caro e acabou escrevendo uma dissertação de mestrado com o trabalho desenvolvido. No entanto só conseguiu caracterizar e fabricar. Não foi possível obter os corpos de prova uma vez que a fábrica apontada por ele tinha desativado

Esperamos que a tecnologia desenvolvida no IPEN e transferida para a Marinha tenha um processo de continuidade de desenvolvimento. O engenheiro Felisberto, que atuou junto ao IPEN, hoje se encontra prestando serviços para a Marinha que precisa produzir o flúor para consumo próprio. Segundo depoimento dele a INB não tem interesse no processo conversão. A filosofia da INB está inserida na política financeira globalizada. Gastando-se entre 3% a 4% do valor total da confecção do elemento combustível para adquirir o hexafluoreto de urânio no exterior, é mais viável do que investir numa fábrica de produção de flúor. A empresa privada também não tem um consumo que justifique a implantação de uma fábrica de flúor. Portanto, para o engenheiro Felisberto tanto quanto para nós o lucro para o país em se implantar uma fábrica de geração de flúor seria, principalmente, no aspecto de conservar a tecnologia desenvolvida.

Em contrapartida, não ficamos mais surpresos com a performance da Instituição, pois estamos desde a sua criação atestando o seu avanço em um plano muito bem estruturado. Refletindo, chegamos à conclusão que cabia aos dirigentes do país alocar investimentos para que a tecnologia, uma vez repassada para a indústria, pudesse ser fixada e ser oferecida para o mercado interno, mesmo que incipiente.

“Acho que o trabalho desenvolvido pelo IPEN foi muito bom, pena que não teve continuidade”⁸¹⁸

A sociedade brasileira merecia essa oportunidade mesmo que a produção fosse sustentada, inicialmente; talvez fossem necessários incentivos que seriam recompensados no futuro com o pagamento de impostos quando a demanda aumentasse.

Fala-se muito em integração dos Institutos de Pesquisas com a indústria. No entanto, confunde-se, na prática, que isso não significa que esses devam apresentar uma cultura de produção para o comércio e vimos, no capítulo sobre a cultura do IPEN, que isso realmente não fazia parte, no passado, do imaginário da Instituição. A indústria de compostos fluorados não existe possivelmente porque não existe a fabricação do flúor elementar. Isso estimularia a indústria, entre outras, de embalagens, defensivos agrícolas, de produção de SF₆ para serem usados nos disjuntores, de produção de fluoretos para a fluoração de

todos os fornos, não existia mais matéria prima. Foi feito uma análise com alguns blocos que tinham sido fornecidos para teste e fez os testes para a dissertação.

⁸¹⁸ Entrevista com o engenheiro Felisberto. Pedro da Silva

moléculas orgânicas e para a produção de plásticos⁸¹⁹, de produção de polímeros fluorados e de impermeabilização de tecidos etc.

Estamos propensos a adotar a posição de que a Instituição cumpriu o seu papel, embora, a tecnologia desenvolvida não tenha sido incorporada pelo setor produtivo, no país. Não obstante, a pequena quantidade de pesquisadores, em relação aos centros de pesquisa dos países avançados, a Instituição ia amadurecendo como já falamos. Assim como o período anterior por nós definido (1956-1973) foi importante para definir os rumos da Instituição, a primeira fase desse período representou um acúmulo de conhecimentos (1973-1990), uma conscientização de que somos capazes e agora chegava o momento de colocarmos em prática tudo o que desenvolvemos. Isso significa que a chegada da Marinha (1979 -1990) ocorreu em um momento peculiar para o IEA. Os pesquisadores e a direção da casa, todos estavam “sedentos” para transformar em tecnologia todos os anos de trabalho desde os anos cinquentas. Relembremos a exclamação do professor Pieroni⁸²⁰.

Falemos um pouco de um dos campos de trabalho que ainda não abordamos – termoluminescência -, muito embora tenhamos citado que eram desenvolvidos trabalhos após a chegada do professor Shigueo Watanabe no IEA. Também reproduzimos anteriormente um trecho do depoimento do Doutor Spero Penha Morato sobre o desenvolvimento de cristais termoluminescentes e a confecção de dosímetros para a radiação ionizante utilizando essa técnica.

“Em 1967 era Superintendente do IPEN (IEA) o professor Doutor Rômulo Ribeiro Pieroni” que ficou sabendo que eu não estava muito contente com as pesquisas na física nuclear (...). Em vista disso ele me convidou para ver se podia aprender um fenômeno denominado termoluminescência⁸²¹”.

O Doutor Pieroni ficou sabendo que em outros países já se fazia dosimetria da radiação usando o fenômeno da termoluminescência (TL). Aqui no Brasil não era usado⁸²². Comprou-se um aparelho leitor de TL da Toshiba, mas ninguém conseguiu colocar em

⁸¹⁹ Ilustrando: o plástico é uma cadeia carbônica com vários átomos de hidrogênio. Com o flúor faz-se uma reação de substituição. O átomo de hidrogênio é em relação a outros elementos pequeno, e o átomo de flúor é maior. Os plásticos podem ser usados para estocagem de solvente. Fazendo a fluoração o produto tem dificuldade de ultrapassar a parede do plástico (os poros ficam mais fechados e não ocorre o que chamamos de suor no plástico, pequeno vazamento). Também pode ser usado para “fluorar” mercaptanas para produzir defensivos agrícolas (tecnologia moderna que exige dois tipos de consumo de flúor: por eletrólise e por reação direta, utilizando o fluoreto de hidrogênio). No país existem em torno de dois fabricantes por reação direta, no Estado do Paraná.

⁸²⁰ “Estava esperando por essa proposta há anos!”

⁸²¹ Entrevista com o Doutor Shigueo Watanabe.

⁸²² Usava-se dosímetros fotográficos.

funcionamento e muito menos entender o fenômeno. A técnica era desconhecida para os pesquisadores brasileiros. Eles não a tinham desenvolvido e, portanto não bastava comprar o aparelho.

“O professor Pieroni pagou um estágio e como tinha eu interesse em mudar de campo aceitei. Passei 6 meses no Estado do Texas, (...). Aprendi, voltei e em 1968 e comecei no IPEN (IEA) o laboratório de TL, para fazer a dosimetria. Com o tempo essa finalidade foi estendida e acabamos entrando na parte de pesquisa envolvendo o fenômeno e com isso começamos a fazer a dosimetria de radiação por termoluminescência no Brasil – somos praticamente os precursores desse sistema. (...). fiquei oito anos no IPEN (IEA) coordenando a chamada “Coordenadoria de Ciência e tecnologia dos Materiais (CCTM)”⁸²³.

Durante esse período mais de quinze mestrados e doutoramentos foram defendidos. Foi um período bastante importante porque daí estas pessoas formadas difundiram para vários pontos do país e hoje existe vários grupos que trabalham com termoluminescência (São Paulo, Rio de Janeiro, Recife etc).

“Foram ainda acrescentados trabalhos relativos a estudo de materiais, fomos um dos primeiros que desenvolvemos a técnica de atrito interno com vinda de dois a três professores estrangeiros e foram produzidos logo de início três mestrados e esses alunos, posteriormente, foram para o exterior e voltaram com doutoramento”⁸²⁴”

Outra área que foi desenvolvida foi a de propriedade de materiais como o nióbio. Na época o nióbio era muito importante. Posteriormente, o trabalho foi estendido para outros materiais. Em 1969, foi criada a Associação Brasileira de Físicos em Medicina – aos poucos estavam sendo desenvolvidos trabalhos de físicos que davam assessoria aos médicos, na área de radioterapia, radiodiagnóstico e medicina nuclear. O Doutor Pieroni que era médico e entendia muito bem do assunto, inclusive ele trabalhou em medicina nuclear, achou importante e deu um enorme apoio. O primeiro simpósio Latino-Americano de Física em Medicina e em Proteção Radiológica foi realizado no IPEN (IEA). Vieram físicos da Argentina, do Peru, Venezuela, etc. Hoje em dia ainda continua grande a atividade nessa área e nem podia deixar de acontecer porque radioterapia é uma área muito importante principalmente no mundo moderno de hoje em dia em que a sobrevivência de vida média do homem é bastante longa, portanto a incidência de câncer é maior. Isso

⁸²³ Uma semana antes da entrevista o professor Shiguelo Watanabe tinha promovido um encontro com o pessoal que tinha trabalhado na antiga CCTM e quase todos compareceram.

⁸²⁴ Entrevista gravada com o Doutor Shiguelo Watanabe em 2002.

provocou nos EUA, Europa e no Brasil a grande ênfase que o governo começou a dar para essa área. Hoje temos mais de 400 físicos trabalhando em medicina nuclear, radioterapia e radiodiagnóstico. Posteriormente, realizamos o segundo simpósio Latino Americano de Física Médica e Radioproteção.

“Em 1976 surge uma situação (...) e acabei deixando o laboratório do IPEN (IEA). Voltei para a Física (USP) onde continuo trabalhando nessa técnica de TL e outros fenômenos associados fruto do trabalho que foi desenvolvido enquanto estive no IPEN (IEA)”⁸²⁵.

O professor Watanabe tem uma análise muito particular da contribuição do professor Pieroni para a Instituição e relatamos o trecho principal abaixo,

“O professor Pieroni (...) temos que reconhecer a importância dele no desenvolvimento do antigo IEA (...). Ele era muito dedicado, muitas vezes passava horas fora do expediente trabalhando, dedicou a sua vida ao IEA. Tinha um certo prestígio e com isso conseguiu trazer muito dinheiro (...) e deu uma grande expansão para a Instituição, a principal foi feita no período em que ele era superintendente. (...). O Pieroni era uma pessoa que, por razões puramente burocráticas, tornou a Instituição muito rigorosa. Todo mundo se queixa que para entrar no IPEN tem que fazer um registro, mostrar os documentos. Hoje em dia faz-se isso em qualquer lugar por questões de segurança, mas naquela época foi por outro motivo, mas ele tinha razão (...). Apesar do rigor que ele tinha, quando via alguém que trabalhava muito ele dava apoio. Tive um grande privilégio de receber um grande apoio. Quando comecei tinha três estudantes no grupo e quando deixei IEA tinha quase quarenta pessoas e muitos ocupam uma posição importante dentro do IPEN. Alguns foram para fora e também ocupam posição importante. (...)”⁸²⁶.

Continuando mais adiante ele expõe a sua análise sobre o gerenciamento do doutor Pieroni.

“O prestígio (...). Quando ele ia buscar verba ele lutava para conseguir o aquilo. Quando as autoridades viam a seriedade com que ele fazia isso acabavam dando apoio. O prestígio até certo ponto, capacidade de fazer isso, nasce com a pessoa, mas por outro lado precisa ter essa visão da importância de levar a sério, trabalhar. Naquele período o trabalho desenvolvido no IPEN (ciclo do combustível) contou com o apoio do professor Pieroni. (...). O papel de um superintendente é importante. É importante para a época porque com o tempo pode deixar de ser importante. “O IPEN hoje em dia não há dúvida é um instituto extremamente importante para o país (...). A própria CNEN se não fosse o IPEN ela não teria o prestígio que tem (...). o Instituto começou já com um excelente superintendente (Doutor Marcello Damy de Souza Santos). Para conseguir instalar o reator no IEA tinha que ter o prestígio do Damy. Depois veio com o professor Pieroni e

⁸²⁵ Entrevista gravada com o Doutor Shigueo Watanabe em 2002.

⁸²⁶ Entrevista gravada com o Doutor Shigueo Watanabe em 2002.

a Instituição recebeu muito apoio. Mesmo na área de radiobiologia tinha que ter visão para desenvolver o trabalho⁸²⁷”.

Na segunda metade dos anos setenta, são desenvolvidos intensamente os trabalhos de dosimetria TL, mas, ainda eram importados os elementos fluoreto de lítio dopado com Mg e Ti (TLD-100 da Harshaw Chemical Company) sensíveis principalmente à radiação gama para serem usados na dosimetria pessoal e ambiental. No final da década de oitenta, a dosimetria pessoal está sendo realizada com dosímetros de sulfato de cálcio dopado com disprósio cujos cristais e dosímetros são crescidos e prensados no IPEN para serem usados como elementos dosimétricos.

“Nos últimos trinta anos o IPEN tem desenvolvido intensa pesquisa tanto no estudo do fenômeno da termoluminescência, como no desenvolvimento de modelos teóricos, sua aplicação no estudo de defeitos em materiais, desenvolvimento de novos materiais e aplicações, gerando patentes, dissertações de mestrado, teses de doutoramento, participações em congressos e publicações de trabalhos em periódicos nacionais e internacionais. (...). Atualmente o IPEN possui um Laboratório de Materiais Dosimétricos que pesquisa, desenvolve e produz, para venda, materiais dosimétricos. No ano de 1997, foram produzidos e vendidos aos Serviços de Monitoração Individual credenciados pela CNEN, 36.000 dosímetros de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ ⁸²⁸.”

Este foi um resultado dos trabalhos que começaram com a criação do então Departamento chefiado pelo professor Shiguelo Watanabe⁸²⁹. Na década de noventa o

⁸²⁷ Entrevista gravada com o Doutor Shiguelo Watanabe em 2002.

⁸²⁸ Campos, Letícia Lucente (91998). Termoluminescência de materiais e sua aplicação em dosimetria da radiação. Cerâmica, Ano XLIV, volume 44 (1998), página 249. Em 2002 foram vendidos 30.000 dosímetros (Relatório de Gestão IPEN, 2002, página 85. Em 2000 foram vendidos 20.000 dosímetros (Informe IPEN, página 32).

⁸²⁹ Guenin, Michelle; Campaña, Marcelo Miguel P. (1974). Preparação de sulfato de cálcio termoluminescente ativado com disprósio ou túlio. Publicação IEA – 322. Este trabalho foi realizado com a subvenção da Organização de Estados Americanos e a CNEN. Programa Ações de Reforço. Projeto Produção de Dosímetros Termoluminescentes. Blak, Ana Regina; Watanabe (1974). Physical parameters of glow peaks 4,5 and 6 in TLD –100 (LiF:Mg). Publicação IEA – 329. Este trabalho foi parcialmente subvencionado pelo então Conselho Nacional de Pesquisas e fazia parte da dissertação de mestrado da primeira autora. Guenin, Michelle. (1974). Methods in growing microcrystals of calcium sulfate. Publicação IEA – 336. Cruz, M. T. da; Mayhugh, M. R.; Watanabe, S. (1974). Thermoluminescence in fluorite: sensitization mechanism. Publicação IEA – 363. Presented at the IV Int. Conf. On Luminiscence Dosimetry, Polônia. Sunta, C. M.; Watanabe. (1974). Photo transferred thermoluminescence (PTTL) in LiF TLD-100. O primeiro autor, Doutor Sunta faz parte de uma série de colaboradores que a Instituição recebeu nos anos setenta e oitenta provenientes da Índia (Bhabha Atomic Research Center.). Nakajima, Toshiyuki; Totti, V.; Watanabe, S.; Fujimoto, K.; Maung, S.; Nishimura, A. (1975). Back-scatter and building-up effects on the thermoluminescence sensitivity of a thermal neutron monitor. Publicação IEA – 372. o primeiro e o último autor são do Japão. Nakajima, Toshiyuki; Watanabe, S. (1975). New method for estimating gamma-ray exposure sustained in radiation accidents. Possibilities of using organic substances as monitor. Publicação IEA – 390. Publicado no: Journal of Nuclear Science and Technology, volume 11 (12), 1974. Nambi, K. S.; Watanabe, Shiguelo.; Leite, Ana Maria Pinho. Thermal and epithermal neutron dosimetry by induced activation in cold pressed of TL phosphor mixtures. Fifth International Conference Dosimetry. 1977. Brasil. Gordon, Ana Maria Pinho Leite; Muccillo, R. (1979). Thermal neutron detection by activation of $\text{CaSO}_4:\text{Dy} + \text{KBr}$ thermoluminescent phosphors. International Journal of Applied radiation & Isotopes, volume 30, 1979. Kathuria, Satya Pal; Campos, Letícia Lucente; Gordon, Ana Maria P. L. (1980). Thermoluminescent behaviour of $\text{CaSO}_4:\text{NaCl}$ pellets. #2 a Reunião Brasileira para o Progresso da Ciência. Rio de Janeiro. 1980. Gordon, Ana Maria Pinho Leite, Campos, Letícia Lucente; Kathuria, Satya Pal. Monitoração ambiental e pessoal da radiação gama com dosímetros termoluminescentes de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. 32 a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Kathuria, S. P.; Campos, L. L. (1981). Dosimetric

grupo passa a ser liderado pela então Doutora Letícia Lucente Campos⁸³⁰. O trabalho científico e tecnológico requer um tempo de estudos, testes, e criação de uma massa crítica de pesquisadores na área. Tudo isso requer paciência e perseverança.

Esse grupo não está sozinho. Acompanhando as pesquisas em materiais dosimétricos o Doutor Shigueo Watanabe liderava o grupo que trabalhava com defeitos em metais. Esse segundo grupo, já tivemos a oportunidade de comentar, foi parcialmente complementar o grupo iniciado por Tharcísio Damy de Souza Santos enquanto outra fração, liderada pelo Doutor G. Lucki⁸³¹ foi transferida para o atual Centro de Tecnologia das Irradiações (ex-Coordenadoria de Aplicação de Radioisótopos na Engenharia e na Indústria).

“Eu tive muita sorte porque foram reunidos, na antiga CCTM, um grupo de estudantes com grande capacidade que rapidamente adquiriu independência que mesmo quando se dividiu, cada um na sua área, continuou produzindo e continua produzindo. Essa a importância daquele núcleo, onde essas pessoas foram formadas (...) O pessoal de cerâmica continua, vidro (...), tem o pessoal do acelerador ciclotron que produz radioisótopos de meia vida curta. A subdivisão na realidade não prejudicou o instituto porque eles continuaram produzindo. O mais importante é que dentro da CCTM nós criamos um grupo, pessoas competentes, que se formou e que continuou os trabalhos. Estou fazendo muitos trabalhos com a ajuda do IPEN, (...). Caso não fosse isso, teria uma dificuldade muito grande (...). Aquele período foi muito bom para mim, e mesmo depois que saí ainda mantenho o contacto com os pesquisadores do IPEN. (...). Aqui, quando os meus estudantes estão terminando, freqüentemente, chamo a Linda (Doutora Linda V. Caldas), a Letícia (Doutora Letícia L. Campos Rodrigues), Martinelle (Doutor José Roberto Martinelle)”⁸³².

characteristic and radiation monitoring with CaSO₄ (Dy):NaCl pellets. Publicação IPEN 32. Gordon, Ana Maria P. L.; Las, Wanda C. *1983). Estudo das linhas RPE em CaSO₄:Dy submetido a altas exposições. 35ª Reunião Anual para o Progresso da Ciência. 1983. Gordon, Ana Maria pinho Leite. Dosimetria termoluminescente: aplicações na medida de níveis de radiação ambiental. 37ª Reunião Anual para o Progresso da Ciência.

⁸³⁰Rodrigues, Letícia Lucente Campos (1998). Measurement of the exposure rate due to low energy x-Ray emitted from video display terminals. Appl. Radiation Ist., volume 39, número 2, 1998. Rodrigues, Letícia Lucente Campos; Daltro, T. F. L.; Perez, H. E. B. (1998). Thermoluminescent dosimeter for equivalent dose assessment in mixed beta gamma field. 12 Th International conference on Solid State Dosimetry. Radiation Protection Dosimetry. UK:NTP, 1998. Volume 1, página 145-148. Rodrigues, Letícia Lucente Campos; Carvalho, R. N. (2000). Development of a extremity thermoluminescent dosimeter for photon dose equivalent assessment. 10 Th International Congress of the Radiation protection Association, 2000. Hiroshima. Galante, A. M.; Rzycki, B. M.; Rodrigues, Letícia Lucente Campos (2000). Caracterização do nitrato de potássio como material dosimétrico para processos industriais por radiação. V Encontro Nacional de Aplicações Nucleares – ENAN, 2000. Rio de Janeiro. Grossi, F. H.; Rodrigues, Letícia Lucente Campos. Studies on UV induced phototransferred thermoluminescence in CaSO₄:Dy pellets. 13 Th International conference on solid State dosimetry, 2001. Atenas. Rodrigues JR, O.; Simão, K. C.; Galante, O. L.; Rodrigues, Letícia Lucente Campos. Estudos preliminares das propriedades dosimétricas de CaSO₄: Mn pela técnica espectroscópica de RPE. VI Encontro Nacional de Aplicações Nucleares. 2002. Rio de Janeiro. Grossi, F. H.; Rodrigues, Letícia Lucente Campos. Aplicação da termoluminescência fotoestimulada na área oftalmológica usando-se CaSO₄:Dy. VI ENAN Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, 2002. Rio de Janeiro.

⁸³¹Forsch, K.; Hemmerich, J.; Knöll, H.; Lucki, G. (1974) Observation of magnetically anisotropic defects during stage I recovery in nickel after low-temperature electron irradiation. Publicação IEA – 364. Jung, P.; Lucki, G. (1975). Damage production by fast electrons in dilute alloys of vanadium, niobium and molybdenum. Publicação IEA – 391. O primeiro autor é do laboratório de Jülich na Alemanha. Isoré, Alain; Miyada, L. (1975). Evolução das propriedades anelásticas de um aço liga nos estados martensíticos e perlítico encruado submetido a aquecimento até 600°C. Publicação IEA – 392.

⁸³² Entrevista com o professor Doutor Shigueo Watanabe em 2002.

Procuramos alguns dos estudantes que trabalharam com o professor Watanabe e que hoje estão trabalhando na metalurgia ou já aposentados. O Doutor Felipe Pedroso de Lima foi um deles. Na realidade, como neste capítulo estamos enfocando as conquistas do IPEN e a já consolidada massa crítica para desenvolver ciência e tecnologia, sobretudo esta última, iremos nos deter preferencialmente nos depoimentos dos pesquisadores para, como já explicamos no capítulo sobre a metodologia usada, cruzar o depoimento dos pesquisadores, com a nossa própria pesquisa e reflexões. Assim fazemos uma composição entre os depoimentos e as pesquisas de forma que uma complemente a outra. Cada um dos pesquisadores acaba se lembrando de partes da vida da Instituição, os trabalhos nos contam outra parte, os documentos como relatórios, despachos de chefia mais uma parte.

*“Um pouco antes de 1970 o professor Shigueo fazia parte da física nuclear. O professor Pieroni o chamou para vir trabalhar (...). O Pieroni estava interessado em desenvolver dosímetros (...). O professor Shigueo foi para os EUA e na volta colocou um cartaz na física convocando alunos para formar um novo grupo no IEA. O primeiro que veio foi o João Zanetic, depois o Reginaldo Muccillo (...). Logo em seguida ele convidou a Marília (**Teixeira Cruz**) e a Emiko (**Okuno**). Depois teve uma segunda leva e eu com o Sadamu (**Koshimiso**) entramos em uma terceira leva (bolsistas em 1971 e fomos contratados em 1972). Quem me comunicou foi a Ana Regina Blak que já fazia parte do grupo. Depois vieram à convite do professor Shigueo uma série de professores do exterior. No início era chamado de Física do Estado Sólido e passou a se chamar CCTM um pouco mais à frente. Hoje o meu novo grupo (**o antigo grupo liderado pelo professor Tharcísio Damy de Souza Santos**) tem essa denominação. Quando entrei (...), já existia uma cooperação entre o IEA e a França, num grupo que se chamava Gresil, que era constituído por pesquisadores de Grenoble e outros do IEA. O Sadamu e eu começamos a trabalhar diretamente com os franceses. (...). Ficamos encarregados de construir o chamado “Pêndulo de Atrito Interno”⁸³³ para estudarmos cristais iônicos⁸³⁴. A minha dissertação de mestrado foi sobre irradiação de fluoreto de lítio de alta pureza e do Sadamu foi a avaliação de introdução de defeitos por deformação. (...).⁸³⁵”*

Continuava-se com um objetivo principal que era a fabricação de um dosímetro. Neste período, já era obrigatório realizar-se a monitoração individual do pessoal que trabalhava no Instituto. As normas de proteção Radiológica assim exigiam. O professor Pieroni almejava que fabricássemos os dosímetros de sulfato de cálcio dopado com disprósio usando-se a técnica de termoluminescência. Os cristais iônicos eram usados para a fabricação de dosímetros.

⁸³³ Aparelho para observar relaxação de defeitos de uma maneira geral em materiais. O interesse seria de construir junto com os franceses que já tinham uma experiência no campo.

⁸³⁴ Contribuir no estudo de defeitos em cristais iônicos para eventualmente substituir o fluoreto de lítio usado como dosímetro que era importado. Produziam-se defeitos ou com irradiação ou deformando o cristal.

⁸³⁵ Entrevista gravada com o Doutor Luis Filipe Carvalho Pedroso de Lima em 2001

*“Depois já tinha os indianos (...). o grupo foi aumentando. Vieram alguns professores dos EUA (...), entrou a Ligia Myada no grupo de atrito interno. Foi interessante que o Sadamu e eu depois do mestrado (1975) fomos para a Suíça para o doutoramento⁸³⁶. O nosso trabalho foi interessante. O Sadamu estudou liga de efeito memória de forma tipo cobre/zinco alumínio; titânio/níquel e eu estudei o nióbio (metalurgia física). A outra integrante do grupo (Ligia Myada) foi para a Bélgica e fez o doutorado. Quando voltou ficou algum tempo no IEA, mas depois saiu e foi trabalhar na indústria. Teve uma outra integrante do grupo que foi a Diva Glasser Leme. Nesta altura já havia uma tradição do grupo da CCTM em trabalhar com as pesquisas em metalurgia e havia o grupo da Metalurgia liderado pelo professor Tharcísio Damy de Souza Santos. Quando eu voltei do (**exterior**), em 1981, já tinha sido colocado na Metalurgia⁸³⁷, e o chefe já era o Doutor Freitas (**Clauer Trench de**). Tentamos continuar com o grupo de atrito interno, mas o interesse do grupo já era um pouco diferente. Os pesquisadores estudavam metais e ligas de uma maneira geral. Comecei a pensar como iria contribuir para o IPEN⁸³⁸. Propus um curso de defeitos estruturais em materiais voltados para elementos combustíveis que foi aprovado e comecei a ministrá-lo em 1983⁸³⁹”.*

No final da década de setenta e início de oitenta houve várias reestruturações dos grupos, no nosso entender para atender às novas necessidades da Instituição que estavam surgindo, no período. Perguntamos ao Doutor Filipe qual era a visão dele sobre a questão no caso do grupo dele ter ido para a Metalurgia.

*“O professor Shigueo voltando para a Física (IFUSP) acho que quem estava dirigindo o IPEN nessa altura, ainda era o professor Pieroni, deve ter se questionado como iria reorganizar os grupos que trabalhavam com o Professor Shigueo. (...). se você trabalha com elemento combustível tem que se preocupar com cerâmica, não tem mais aquela divisão tradicional. Você é multidisciplinar. O envoltório é uma liga de zircaloy, tem que entender de ligas metálicas; o elemento combustível é UO_2 que é uma cerâmica ou então uma dispersão de U_3O_8 com alumínio. Tem que entender de materiais de uma maneira geral. O fato do nosso ir para lá só iria somar. Acho que foi político, foi deixado um vácuo e tinham dois grupos que poderiam se complementar (...). Na realidade o grupo do professor Shigueo não veio todo para a Metalurgia. Teve um grupo que hoje é fortíssimo (grupo de laser) que aproveitou toda a experiência de cristais e vieram então a contribuir para o que hoje eles entendam bastantede laser de estado sólido. Tudo isso só foi possível porque teve um grande avanço, e você participou disso, de crescimento de cristais. (...), a Arlete Cassanho que hoje está nos EUA também (...). Alguma coisa aconteceu de tal forma que ocorreu mudanças de planos. O prédio que hoje está ocupado pelo CIETEC estava sendo construído para o nosso grupo. Tinham laboratórios que já estavam dimensionados para certas atividades. Ficou um tempo enorme sem ser acabado (**só depois que***

⁸³⁶ Em fevereiro de 1977 foi o atual Doutor Luis Filipe C. P. de Lima e em 1978 o atual Doutor Sadamu Koshimiso.

⁸³⁷ O grupo foi transferido para a Divisão de Metalurgia logo quando o Doutor Filipe de Lima foi para a Suíça (1977).

⁸³⁸ “Tinha me especializado na parte de metais, metalurgia física. O elemento combustível estava mais relacionado com a parte de cerâmicas. Uma saída foi entrarmos com um curso de pós-graduação relacionado com a área nuclear e foi aí que começamos (o Doutor Arnado H. P. de Andrade e o Doutor Filipe de Lima) a preparar uma apostila para dar um curso que se tornou obrigatório. (...). Você não poderia passar pelo IPEN sem ter a noção da área nuclear. (...). Não foi simples. (...). o curso era dividido em quatro módulos”. Entrevista gravada com o Doutor Filipe de Lima.

⁸³⁹ Entrevista gravada com o Doutor Luis Filipe Carvalho Pedrosa de Lima em 2001.

instalaram a eletrônica a gráfica e a ambiental. O andar superior ficou vago e inacabado até a vinda do CIETEC. Depois desativaram a eletrônica e o CIETEC ocupou também essa área) . Eu me pergunto, qual foi o fato que fez com que um prédio que estava quase construído (ficasse abandonado por tanto tempo) (...). O importante é que o conhecimento adquirido não foi perdido. O pessoal foi formar outros grupos.(...). Esse grupo era muito forte. O professor Shiguelo escolheu muito bem e trazia bons pesquisadores .”

O IPEN foi mudando, em certo período deu-se mais ênfase para a área nuclear. Os grupos (Metalurgia no período do Doutor Clauer Trench de Freitas) estavam preocupados com a fabricação de elementos combustíveis porque tínhamos que desenvolvê-los para serem utilizados na unidade do reator IPEN/Marinha, o reator IPEN/MB-01 e o reator IEA-R1.

Inicialmente o grupo desenvolvia os elementos combustíveis de placa (envoltório de alumínio) e de pastilhas (dispersão de U_3O_8 misturada com pó de alumínio). Hoje em dia, os elementos combustíveis são de $U_3S_2 - Al$ por uma série de razões que não nos interessa descrever em detalhes. As pesquisas, nesse campo, estavam alocadas no Departamento de Metalurgia, mas agora há um grupo, como comentamos, que se preocupa em desenvolver e fabricar somente os elementos combustíveis, sobre a direção de Doutor Michelangelo Durazzo no Centro do Combustível Nuclear..

Os elementos combustíveis tipo MTR, utilizados na operação do reator IEA-R1m (IPEN) são fabricados com tecnologia nacional desenvolvida ao longo dos anos no IEA/IPEN. Existem dois tipos que são os de controle e o padrão. Ambos utilizam dispersões de $U_3O_8 - Al$ e $U_3S_2 - Al$. Os trabalhos para a fabricação desses elementos e o início de uma linha de montagem ocorreram nos meados dos anos oitenta. Nesse período, os trabalhos com a Marinha estavam bem adiantados e recebiam muito apoio da direção da CNEN. O reator IEA-R1 trabalhava a 2MW em torno de 8 horas por dia, durante cinco dias da semana. Em 1988 a tecnologia de fabricação desses combustíveis estava dominada e foi produzido o primeiro elemento combustível para a operação do IEA-R1. Lembremos que anteriormente o IEA tinha produzido os elementos combustíveis para os reatores Sublime e Re-Suco. A partir dos anos noventa a capacidade da Instituição de produzir esses elementos combustíveis, como fruto dos trabalhos que começaram na segunda década de cinquenta, foi estabelecida. Mais uma vez, frisamos que o trabalho de um instituto de pesquisa requer perseverança, dinamismo, força de vontade além de exigir que o governo não bloqueie ou

mesmo não desacelere os projetos da instituição. Felizmente, esse foi um dos trabalhos que, além da competência do IEA/IPEN em desenvolver a tecnologia de fabricação dos elementos combustíveis não foi politicamente abortado. Hoje, temos claro que um trabalho científico passa por questões econômicas, políticas além da competência e da criação de uma massa crítica de pesquisadores.

Outro pesquisador que entrevistamos, entre aqueles, que começaram no antigo Departamento criado e chefiado pelo professor Watanabe, é o Doutor Georgi Lucki⁸⁴⁰ que desenvolveu vários trabalhos na Instituição. O Doutor Lucki é formado em física pela USP e fez a pós-graduação também na USP, sob a orientação do professor Shigueo. Em 1964 estava no penúltimo ano ⁸⁴¹ de física. Nunca tinha pensado em ser cientista, mas surgiu a chance de uma bolsa no laboratório de baixas temperaturas de física do estado sólido fundada pelo professor Shenberg, que tinha uma visão científica muito ampla segundo depoimento do pesquisador.

*“No tempo do de Gaulle, (...) surgiu uma cooperação técnica do Brasil com a Alemanha (**França**) do qual surgiu o grupo Gresil⁸⁴² e convidaram vários estudantes (...) para entrar nesse grupo e trabalhar no campo de materiais irradiados. (...). Foi a primeira vez que ouvi isso, era essencialmente física do estado sólido que me fascinava e até hoje me fascina. Começaram a formar o grupo com equipamentos vindos da França que foi o germe do grupo Gresil.⁸⁴³ A Laura Furnaro (**Sordi**) que agora trabalha em outro campo (**física médica**), eu e mais alguns. Fizemos as primeiras irradiações no reator, em condições de trabalho de alta temperatura e atmosfera controlada. (...). Isto nos permitia visualizar certas transformações estruturais e pelos métodos metalúrgicos (exceto os microscópicos). O meu trabalho foi nesse campo com ligas binárias de ferro/níquel idênticas em estrutura aos aços utilizados na tecnologia em geral, (...)”⁸⁴⁴.*

Após a defesa da tese o Doutor Lucki foi fazer um pós-doutoramento em Grenoble continuando os trabalhos com ligas. Ficou um ano, e nesse tempo escreveu para Jülich, na Alemanha. Tinha um grupo fazendo os mesmos experimentos só que em baixíssimas temperaturas. Então, foi para a Alemanha. O fato de falar alemão o ajudou bastante e até publicou três trabalhos nesse período, segundo o seu relato.

⁸⁴⁰ Forsch, K.; Hemmerich, J.; Knöll, H.; Lucki, G. (1974). Observation of magnetically anisotropic defects during stage I recovery in nickel after low-temperature electron irradiation. Publicação IEA -364. Entrevistado em 18/03/2003.

⁸⁴¹ Bolsista da FAPESP no IFUSP. Em 1965, bolsista do IEA e o professor Shigueo Watanabe ainda não estava no IEA.

⁸⁴² O primeiro grupo Gresil veio para o IFUSP. Motivaram alguns estudantes e entre eles o Doutor Georgi Lucki que veio a trabalhar no IPEN.

⁸⁴³ Brosnon, Philippe; Lucki, Georgi; Rechenberg, Hercílio; Sordi, Laura; Tiberchien, Raphael. (1970). Descrição do forno Gresil I para irradiação de amostras no reator e medida de sua resistência elétrica. Publicação IEA -212.

⁸⁴⁴ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

“O trabalho experimental é diretamente proporcional à existência de meios. Quando voltei tinha vontade de chorar porque queria fazer muita coisa, mas não havia meios. Com o que sobrou do Gresil foi possível fazer diversas medidas e algumas dissertações de mestrado saíram de medidas magnéticas e resistividade elétrica em material irradiado. Não conseguimos sair do lugar comum. O salto quântico aconteceria, por isso que embarquei no projeto do ciclotron com toda a intensidade. (...) já tinha feito experimentos lá com os alemães, tinha um ciclotron igual, mas eles usam vinte e quatro horas por dia. Aqui usamos algumas horas por semana. O Pieroni comprou um ciclotron e me convidou para montar. Não tinha prédio, foi construído a prestações. O ciclotron foi comprado em 1975 e o prédio ficou pronto em 1982. Até lá o ciclotron ficou armazenado em um galpão onde chovia. Foi um trabalho de formiga: abria-se uma vez por mês, tirava-se a sílica gel, recuperava a capacidade de absorção de umidade (algumas dezenas de quilos), cuidava do circuito integrado, depois fechava tudo de novo para não deixar que a oxidação acabasse com a eletrônica. (...). Ficamos assim sete a oito anos. Terminado o prédio, foi instalado e saíram os primeiros testes e os trabalhos e uma dissertação de mestrado que até hoje nos fornece dados. O resultado de tudo isso veio que no tempo do Gresil nós ganhamos um equipamento que foi muito bem utilizado, foi uma verdadeira transferência de “know-how” porque todo o dispositivo que você está vendo é uma cópia melhorada do Gresil, aquele forno, por exemplo,⁸⁴⁵.”

O Doutor Georgi Lucki nos relatou que a amizade conquistada na Alemanha foi muito importante, pois o contacto com o pessoal das oficinas ficou muito facilitado porque sabia alemão. Para esse pesquisador o espírito de cooperação é importantíssimo quando há concatenação de interesses. Temos mais do que nunca trabalhar em parcerias, cada pesquisador contribuindo com o seu saber.

“Eles nos deram um dispositivo de medidas de deformação submetida a uma tensão constante – facilmente relacionada com resistividade -. é um parâmetro que nos faltava. Tínhamos parâmetros elétricos, mas para fechar precisávamos ter um parâmetro microscópico. Nós tínhamos um microscópio eletrônico de 200 keV que ficou encaixotado, era para ser da antiga CCTM, (...). Compramos um equipamento para medir a micro-dureza que é um parâmetro importante (...⁸⁴⁶)”.

⁸⁴⁵Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

⁸⁴⁶ Depoimento do Doutor Georgi Lucki.

O ciclotron é importante porque podemos simular em quarenta minutos, trinta anos de irradiação em um reator de alta potência. Podemos simular mudanças estruturais drásticas, quase catastróficas que ocorrem em fluxos integrados de 10^{19} nêutron/cm², isso ocorre em vaso de pressão após os trinta anos. A palavra simular não é real, é o efeito global do dano ocorrido no material. é comparável. Nesse sentido o ciclotron CV28, atualmente desativado, infelizmente, foi uma máquina de grande valor científico e tecnológico para o IPEN. Ainda é uma máquina moderna.

“Seria muito importante que o CV28 voltasse a operar. (...). Acho que ainda é reversível. (...). Precisamos ser lógicos. Não podemos nos dar ao luxo, com as necessidades que nós temos, de deixar degradar um equipamento que custa hoje dez milhões de dólares, isso o prédio instalações e tudo, sem utilização. Simplesmente não é lógico. (...).”⁸⁴⁷

Tentamos comparar a desativação do CV28 com outros acontecimentos similares na Instituição, e seus efeito, para a pesquisa e nos foi respondido:

*“Houve quase que uma coincidência entre a desativação das pesquisas de reprocessamento, que a Bertha Floh trabalhou muito, aquilo foi desativado a toque de caixa. De certa forma notei que havia um desinteresse total, tanto é que a Divisão de Danos de Radiação foi riscada, deixou de existir, embora ela existisse nominalmente nos estatutos (...). Isto ocorreu mais ou menos em um mesmo intervalo de tempo. Às vezes conversando com os colegas eu lembro que o IPEN significa Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, não é um instituto de produção (...). Nossa finalidade é criar processos, métodos e depois para ser útil para quem quer que seja, não é fazer uma produção (...) embora possa existir a produção, ninguém é contra isso. Não sei se isso pode ser encarado como uma crítica, mas é a realidade. Pesquisa em materiais nucleares existe nominalmente na Divisão de Materiais, agora materiais nucleares só tem sentido de serem estudados em condições de irradiação (...). Como consta na publicação número 1 (**Publicação IEA -1**) (...). Para não ser tão pessimista, eu sou um lutador, embora isso tenha me custado umas úlceras no estômago (...).”⁸⁴⁸*

Continuando mais adiante o Doutor Lucki dá uma resposta para a solução de tais problemas que estamos discutindo.

⁸⁴⁷ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

⁸⁴⁸ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

“O que falta, (...). Se eu fosse político diria vontade política. Alguma coisa falta. Se eu quisesse repetir o que fiz anteriormente, trinta, quarenta anos atrás, com outros materiais (...), poderia fazer e publicar, fazendo trabalhos acadêmicos. Não é que tenha algo de errado em trabalhos acadêmicos, mas não é só isso. A tecnologia cria-se dando um passo diferente. (...). Nós queremos simular para um aço específico feito no Brasil (...), e fazer uma seleção de materiais medidos com o número máximo de parâmetros possíveis. Não consigo comprar uma máquina de medida de tensão /deformação e resistividade que já é um parâmetro que se conhece desde o século retrasado, mas ele é extremamente atual. Existe uma série de trabalhos (...). A variação da resistividade é proporcional à concentração de defeitos. (...). Para isso o equipamento é barato. O equipamento custa três mil dólares (...). Hoje fui visitar várias firmas de máquinas que custam cem mil dólares, Tem uma no TE (CTR) repousando, dignamente, e tem uma ou duas lá na metalurgia. Analisei o mercado de máquinas nacionais que custam 1/10 e fazem a mesma coisa. (...). Com dois parâmetros mecânicos e um de resistividade elétrica daria para fazer uma análise, não digo global, mas extremamente importante para a variação estrutural e com significado tecnológico. Dizer assim: esse é melhor do que aquele. É importantíssimo, além das considerações acadêmicas.⁸⁴⁹”.

O Doutor Lucki quando perguntado sobre as publicações IEA/IPEN ele relata sobre a sua própria experiência. Se alguém quiser fazer um forno igual ou aperfeiçoado igual aquele construído pelo seu grupo, se ler a publicação IEA-212 consegue fazê-lo.

“É uma análise térmica, os materiais que foram utilizados, os esquemas. Na verdade é um forno extremamente simples, mas quem não fizer uma vez não tem idéia do que seja. O forno está rigorosamente construído, não pode ter vazamento, tem que ser transparente aos nêutrons. (...). Usamos alumínio ultrapuro” o alumínio é praticamente transparente ao nêutron. O aço inox já não é tanto.(...). Teria que ter uma parede de 1/10 de mm que significa uma usinagem com precisão de relojoaria. Foi feito aqui na oficina naquele tempo. Naquela época, o pessoal era mais atirado. Agora com tornos, com controle numérico deveria ser mais fácil, mas não tem pessoal adequado. Solda, por exemplo, que foram feitas agora tivemos que refazer, mas há quarenta anos atrás era feita com maçarico e estão perfeitas até hoje. A especialização humana é fabulosa. O IPEN tem um potencial para isso e pessoas devidamente motivadas (...). O torneiro, por exemplo, me pediu para que depois que desmontasse o convidasse para dar uma olhada no dispositivo que tinha sido feito por eles na oficina (...). Este desbaratamento do nosso setor de manutenção, da nossa capacidade de manutenção da máquina de pesquisa é terrível. (...). Uma terceirização tão ampla como está sendo feita é uma descaracterização do Instituto (...) O pessoal era interessado e tinha um grande grau de especialização⁸⁵⁰”.

Ainda nos dá um importante depoimento sobre a sua experiência com o professor Marcello Damy e com o professor Pieroni.

⁸⁴⁹ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

⁸⁵⁰ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

“Quando nós viemos, da Física para o IEA, não tínhamos onde ficar, e, o professor Damy nos deu uma sala. Ele é uma pessoa fabulosa. Fala francês perfeitamente, se interessa por música, um cientista de primeira qualidade. Quando fazíamos experiência ele se interessava. Ele era o chefe da Física Nuclear. O superintendente já era o professor Pieroni com o qual tive várias interações diplomáticas e outras nem tanto, mas o prezava muito. Primeiro, ele foi meu professor no primeiro ano de física. Ele era físico e médico. (...). As experiências são diferentes porque as personalidades são diferentes. No início, tinha pouco contato com o professor Pieroni. Ficava dois a três dias no reator, não sabia se fazia sol ou se chovia. O professor Damy estava sempre lá. Ele procurava a gente. No final da minha tese estava fazendo experiência (...). ele chegou lá, eu entendia muito pouco naquele tempo, o amadurecimento é um fato. Hoje eu vejo sob uma perspectiva completamente diferente. Se fosse fazer aquele trabalho eu faria uma tese completamente diferente. (...). É interessante, ele entende de automóvel, de piano, de avião, de tudo. (...). Ele perguntava o que eu estava medindo e eu tentava responder, explicar de uma maneira tímida, não estava entendendo exatamente o que estava medindo. Ele me dava sugestões. (...). Depois o professor foi ser diretor da física na UNICAMP. Quando fui nomeado chefe de grupo o contato formal com o professor Pieroni ficou mais freqüente. Fui surpreendido agradavelmente porque ele não tinha bom humor, mas descobri que ele era um homem de uma cultura vastíssima. Recitava Dante, lia os filósofos. Até hoje estou estudando italiano para entender Dante, é uma das obras mais magníficas da humanidade ao lado de outras. Uma das vezes que ele estava de bom humor ele me deu uma aula sobre todos os reatores que existiam. (...). ele sabia tudo. Se fossemos discutir sobre o ar condicionado, (...), no ciclotron o ar condicionado é especial, tem que ter muita troca de ar.. Para minha surpresa ele entendia tudo sobre ar condicionado e eu não entendia nada. Foi sempre uma surpresa agradável que tive com as pessoas que tive de trabalhar, tanto o professor Shigueo, como o professor Marcello Damy e o professor Pieroni (...). Isso motivava bastante. Procurava estudar mais e não só física.”⁸⁵¹”

Ainda questionamos o Doutor Lucki sobre a interação dos diferentes grupos de pesquisa na instituição.

“Nunca consegui interagir com quem eu queria interagir, a Metalurgia. Eles tinham um monte de equipamentos (...). Eles vinham perguntar se podiam usar os meus equipamentos. Sempre mantive as portas abertas, mas nunca houve reciprocidade. Quando precisava de um apoio logístico não recebia (...) depois percebi, era uma cooperação de mão única. Porque nunca pude usar o microscópico eletrônico de lá (...).”⁸⁵²”

Finalmente quisemos saber qual a relação que o seu grupo teve com a indústria.

⁸⁵¹ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

⁸⁵² Entrevista gravada com o Doutor Gorgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

*“Nós fomos procurados por três indústrias: Eletrometal, Pirelli e uma indústria de alto-falantes cujo nome não me lembro mais. Eles vieram com o mesmo problema e fizemos o serviço de graça. Não sabíamos se íamos conseguir resolver o que eles queriam. (...). Entregamos os resultados. Hoje existe o mecanismo de se cobrar. Poderíamos ter feito muito mais em termos de propaganda. Vou começar com a firma de alto-falante. (...). Começaram a fabricar aqui, com sucesso, e começaram a exportar para o Canadá. O importador pediu a curva de histerese, o campo coercitivo, a temperatura de Curie (...). Eles nem sabiam o que era isso. Trouxeram o composto para nós e medimos tudo e muito mais do que eles pediram (...). Fazíamos isso facilmente. A Pirelli veio com uma questão interessante. O IPT que nos recomendou. Queriam medir, em 1981, cabos telefônicos com (hoje não seria necessário) com blindagem, para eliminar ruídos externos (...). Pediram para medir a curva de histerese e o poder isolante da capa de cobre que é diamagnético. (...). O IPT não conseguiu medir. Não tinham o termopar adequado. Fizemos e medimos (...). Não houve mais procura e nem iniciativa e motivação para (**procurarmos**), pois estávamos montando o ciclotron.⁸⁵³”*

Tivemos, durante o tempo, toda uma preocupação de colocar diferentes opiniões⁸⁵⁴, mesmo que estivessem em contradição entre si e contra as nossas idéias iniciais – Nossas opiniões foram mudando à medida que pesquisávamos -, pois aquelas opiniões formavam novas idéias sobre o que estávamos discutindo, ajudando a criar uma nova base de dados.

No caso do pesquisador Doutor Lucki, nós descrevemos um longo trecho da entrevista porque ela fala por si só, e mais ainda, ele veio preencher muito das nossas preocupações: é como se estivéssemos relendo as observações que tecemos até o presente momento, numa síntese da vida da Instituição. Ainda gostaríamos de comentar que esse grupo do professor Shigueo Watanabe tinha uma característica especial, uniu o método científico e o desenvolvimento tecnológico, portanto foi um grupo muito bem pensado, não aconteceu por acaso. Essa é uma grande característica de Instituição.

⁸⁵³ Entrevista gravada com o Doutor Georgi Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

⁸⁵⁴ Em nossos argumentos anteriores deixamos claro que a história é uma ciência histórica. Em última análise ela é independente da opinião subjetiva do intérprete, embora a interpretação exista. A ciência histórica não é um debate de opiniões. Os fatos são objetivos. Nunca poderíamos dizer que o IEA foi criado antes da USP e que esta ocupa o terreno da Instituição. O historiador interpreta o fato, mas pesquisa, coleta informações e não pode falsear os acontecimentos. Continuamos fiéis a nossos objetivos originais. Contudo, a história não é os fatos e as datas. Marguerite Yourcenar (2003) em memórias de Adriano, página 24, nos deixa um alerta: “Mesmo a Plutarco escapará Alexandre”. Acharmos que é por isso que os nossos amigos das áreas exatas consideram os historiadores um pouco etéreos porque a história tem que estar atenta às afirmações categóricas e dogmáticas para não correr o risco de se empobrecer e ao mesmo tempo não deve ser relativista.

Por outro lado, não é o primeiro pesquisador que nos relata sobre desativação de equipamentos, laboratórios, processos. Parece que se vai dormir, tem-se um pesadelo e acorda-se no dia seguinte com uma única resposta: aconteceu e pronto. Existe uma cultura da Instituição de não lutar pelo que se quer e se acha correto, em face dos anos de autoritarismo, que foram sentidos de maneira muito mais forte para os pesquisadores do IEA/IPEN, do que para aqueles da universidade onde o diálogo era mais comum, ou seja, o que já tínhamos falado: o medo de que a discussão possa significar desobedecermos às autoridades constituídas pelo superintendente, Diretores, chefes de Departamento e chefes de Divisão – uma cultura um pouco passiva. Por outro lado, os Departamentos e Divisões se comportam como verdadeiros compartimentos estanques obedecendo a um poder central e piramidal no passado, e hoje, já mais aberto, em uma estrutura matricial, mas mesmo assim, a cultura antiga ainda é muito forte na Instituição⁸⁵⁵. Em um quadro metafórico, a Instituição é um arquipélago com os Departamentos, onde o intercâmbio talvez não fosse desejável, sendo as suas ilhotas.

“Os grupos que exercem atividades afins deveriam estar mais a par uns do trabalho dos outros”⁸⁵⁶”

Houve as pessoas que participaram da criação da Instituição como o professor Marcello Damy que, juntamente com outros e aqui inserimos o professor Walter Fausto de Lima, lutou para que o reator viesse para São Paulo, se desdobrou para que a construção do prédio do reator ficasse pronta em meses. O professor Pieroni, junto com o professor Walter Fausto de Lima e o professor Rui Ribeiro Franco, lutou anos para a criação da pós-graduação do IEA, e este foi um dos primeiros institutos que iniciaram a pós-graduação, o que certamente, é uma das marcas do IPEN. Essas pessoas fazem a diferença e não poderíamos lhes imputar um caráter passivo de tudo aceitar.

O Doutor Laércio Antonio Vinhas em seu depoimento, e outros pesquisadores, como, por exemplo, o Doutor José Roberto Rogero, também relataram um mesmo acontecimento interessante na vida da Instituição. Eles nos proporcionam uma outra dimensão da questão

⁸⁵⁵ “Contudo, o espaço de uma geração parecia-me pequeno quando se trata de firmar a segurança do mundo; desejava, se possível, prolongar até mais longe essa prudente linha adotiva, preparando para o Império uma outra muda na estrada do tempo” Yourcenar, Marguerite (2003). Memórias de Adriano. Biblioteca Folha, página 229. Éditions Gallimard 1971.

⁸⁵⁶ Depoimento da Doutora Brigitte Pecequillo, via email, pesquisadora do IPEN desde 1968, atualmente sendo responsável pelos Laboratórios de Radiometria da Divisão de Radiometria Ambiental, quando lhe foi perguntado sobre a existência de uma série de grupos trabalhando com a área ambiental no IPEN.

da influência do autoritarismo gerencial da Instituição e, que não podemos ser categóricos em afirmar que a cultura do conformismo sempre imperou na Instituição.

*“Com relação à pós-graduação, há um fato curioso do tempo em que fui presidente da Comissão de Pós-Graduação (CPG). Em 1983, logo depois do IPEN retornar a CNEN e tendo como Superintendente o Doutor Durvaldo Gonçalves, fui chamado, junto com o Doutor Spero Penha Morato que era vice-presidente da CPG, para uma reunião com Durvaldo, o Rex e o Othon para tratar de assuntos da pós-graduação. Eles consideravam que nessa época a pós-graduação do IPEN era muito acadêmica e que o Instituto, a COPESP e a CNEN precisavam de uma pós-graduação mais voltada para tecnologia e engenharia nucleares, com aplicações de energia nuclear. Concluíram que o melhor seria encerrar a pós-graduação do IPEN e iniciarmos uma outra em colaboração com a Escola Politécnica na área de engenharia nuclear. Recebemos as instruções para que a partir daquele dia não admitíssemos mais alunos na pós-graduação do IPEN. Ela continuaria operacional até que os alunos, já matriculados, encerrassem os seus programas de pós-graduação. Por outro lado, devíamos iniciar negociações com a Poli para a criação da nova pós-graduação tecnológica. Entretanto, como não concordávamos com a idéia e como tínhamos bolsas da CAPES e do CNPq, ao mesmo tempo em que iniciávamos as consultas com a Poli, continuávamos aceitando às escondidas as matrículas na pós do IPEN. Propositamente, negociávamos com a Poli em ritmo muito lento, quase parando, e íamos admitindo novos alunos no IPEN. Com o decorrer do tempo, trocou o Superintendente (**passou a ser o Doutor Claudio Rodrigues que é um pesquisador da casa, o que fez muita diferença**), o Rex e o Othon estavam ocupados com outras coisas e a pós do IPEN não apenas não se extinguiu como voltou a florescer e a manter o alto nível que tem até hoje. Muitos anos depois, uma vez conversando com o Rex em Goiânia, ele comentou comigo que se lembrava de ter dado a ordem para fechar a pós do IPEN e não se lembrava de ter dado a contra-ordem. Disse que era verdade, só que a ordem tinha sido engavetada⁸⁵⁷”.*

“Destaco o Doutor Laércio Antonio Vinhas, cuja dedicação como presidente da CPG não permitiu que a pós-graduação se extinguisse⁸⁵⁸”

Outro episódio envolvendo mais uma vez a tentativa de extinção de um grupo muito importante na Instituição ocorreu no final de 1983 e nos é relatado, ainda, pelo Doutor Laércio Antonio Vinhas.

⁸⁵⁷ Depoimento do Doutor Laércio Antonio Vinhas através de e-mail.

⁸⁵⁸ Depoimento da Doutora Brigitte Pecequillo, via email, pesquisadora do IPEN desde 1968, atualmente sendo responsável pelos laboratórios de Radiometria da Divisão de Radiometria Ambiental, quando lhe foi perguntado sobre a importância de alguns pesquisadores que exerceram cargo de direção na Instituição. A Doutora Pecequillo destaca também o professor Marcello Damy como aquele que formou a base dos físicos nucleares cientistas do IPEN; professor Rômulo Ribeiro Pieroni e Professor Rui Ribeiro Franco, pela criação da pós-graduação do IPEN e o Doutor Claudio Rodrigues, que retomou o entusiasmo e o amor do professor Pieroni pelo IPEN.

*“No final de 1983, durante a gestão do Doutor Durvaldo Gonçalves, o Fulfaro (**Doutor Roberto Fulfaro**) e eu fomos convidados para assumir a área de Proteção radiológica do IPEN, o Fulfaro como Diretor de Segurança Nuclear (Diretoria N) e eu como chefe do Departamento de Proteção Radiológica. Nessa ocasião, as atividades referentes ao gerenciamento de Rejeitos Radioativo ficaram a cargo de outro Departamento da Diretoria N. na mesma ocasião havia a idéia de extinguir, no IPEN, a área de radiobiologia, radioimunoensaio e hormônios marcados. Fulfaro e eu lutamos para que isso não acontecesse e essa área passou a integrar o Departamento de Proteção Radiológica como Divisão de Radiobiologia, juntamente com outras três Divisões. Os chefes das Divisões eram: Doutor Gian Maria Sordi da Proteção Radiológica ocupacional; Doutora Linda E. Caldas da dosimetria e Calibração; Doutora Bárbara P. Mazzilli da Proteção Radiológica Ambiental e o Doutor José Roberto Rogero da Radiobiologia⁸⁵⁹.”*

Parece estranho que uma área em que se desenvolveu trabalho de primeiríssima qualidade sofra, da noite para o dia, uma tentativa de ser apagada da Instituição. Lembremos ainda que no início a Proteção Radiológica era um grupo no Departamento de Radiobiologia. É muito difícil analisar uma Instituição tão ampla e com tantas atividades. No entanto, se o grupo de radiobiologia estivesse sem pessoal para trabalhar, sem temas e se nunca tivesse produzido trabalhos, poderíamos parcialmente justificar a sua extinção, mas não era a realidade como demonstramos no decorrer da nossa exposição. Da mesma forma em que posteriormente foram desmontadas as pesquisas na maioria da área do ciclo do combustível também se tentou fazer com a radiobiologia. A diferença foi que no caso da radiobiologia, essa tentativa de desmonte era mais interna e bastou uma reação inteligente de alguns pesquisadores para que ela não vingasse. No caso do ciclo existiam interesses alheios à instituição. Ao mesmo tempo o pesquisador estava, como falamos nas primeiras páginas das nossas reflexões, muito preocupado e ocupado com o seu trabalho.

“Talvez se fosse hoje eu me interessasse mais (...). Sempre estive na minha toca, montando o ciclotron e fazendo os meus trabalhos e orientando teses. Nunca estive a par em uma escala um pouco maior do que estava acontecendo por falta de informação e também por falta de interesse devo reconhecer. Hoje eu me interessaria mais⁸⁶⁰”

“Acho que se deveria dar maior importância à pesquisa propriamente dita, sem tentar justificá-la sempre pelo social⁸⁶¹”

⁸⁵⁹ Depoimento do Doutor Laércio Antonio Vinhas através de e-mail.

⁸⁶⁰ Entrevista gravada com o Doutor Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado

⁸⁶¹ Depoimento da Doutora Brigitte Pecequillo, via email, pesquisadora do IPEN desde 1968, atualmente sendo responsável pelos laboratórios de Radiometria da Divisão de Radiometria ambiental, quando lhe foi perguntado sobre o papel de uma instituição de pesquisa como o IPEN e quais as diferenças dos objetivos iniciais e a atual missão do IPEN. a

Continuando com a série de depoimentos que cruzamos com as nossas hipóteses levantadas até o presente momento e fomos buscar junto a um pesquisador atuante, que pesquisa, desde sua vinda para a Instituição, na área de radiobiologia as suas impressões.

“Estou enviando, com bastante atraso, minhas lembranças históricas relativas aos meus primeiros anos no IPEN, aliás no IEA. Cheguei no Instituto de Energia Atômica, que na época era sinônimo de Rômulo Ribeiro Pieroni, em 22 de outubro de 1975. A data não pode ser esquecida, como sempre acontece para os emigrantes. Estava chegando da Itália (Universidade de Pavia) via EUA (Universidade de IOWA) onde tinha realizado o meu pós-doutorado em bioquímica. Tinha 30 anos! (...). Lembro que o setor onde trabalhei dois anos como colaborador internacional, até dezembro de 1977, se chamava CARRM (Coordenadoria de Aplicações das Radiações e Radioisótopos na Medicina). Depois virou CABRR. (...). Era área médica mesmo. Lembro com saudades muitos nomes: Lício Marques de Assis, Willian Nicolau, Bernado Leo Waichenberg, Osvaldo Ghecco, David Serson, Clara Bojarchuk. O chefe do setor de radiobiologia era o ilustre e saudoso professor Moura Gonçalves. O professor Pieroni, antigo diretor do CARRM, nunca mais subiu lá, porém a sua presença espiritual era sempre vivíssima. Tivemos uma visitante e estagiária convidada pelo professor Bernado, a cientista americana Rosalyn Yalow, ideadora do radioimunoensaio, que em 1977, se não me falha a memória, deveria ganhar o Prêmio Nobel de Medicina. Os médicos mencionados, todos praticamente endocrinologista ou médicos nucleares, fizeram muito para o Instituto com a pesquisa clínica e aplicada (...). Em uma reunião com os pesquisadores e o professor Pieroni fui indicado para a chefia (1977) do setor (...). Conservo o cargo até hoje, (...), com uma interrupção no período de 1984 a 1991 em que o nosso setor pertenceu a Radioproteção. (...). Durante todo este tempo as atividades de pesquisas do grupo por mim dirigido foram muitas. Longe de querer fazer uma exposição curricular, relembro somente algumas etapas fundamentais: 1977, foi publicado o primeiro trabalho do grupo sobre hormônios de crescimento na revista Clinica Chimica Acta. Em 1981, o nosso produto, hormônio de crescimento de extração de hipófises de cadáveres, foi pela primeira vez fornecido a CEME para ser utilizado na terapêutica clínica. Em 1987, o nosso laboratório iniciou a Coordenação Nacional do Projeto ARCAL VIII (AIEA) ligado aos hormônios relacionados com a tireóide. Em 1989, o nosso grupo sintetizou, pela primeira vez no Brasil, hormônio de crescimento humano mediante técnicas de engenharia genética. Em 1994, os pesquisadores fundaram a firma Hormogen cuja atividade está ligada à produção de hormônios humanos recombinantes. Atualmente a Hormogen faz parte do Grupo Farmacêutico União Química. Em 2000 depositamos, no INPI, a primeira patente de processo de síntese e purificação do hormônio de crescimento humano recombinante. Em 2002 fomos convidados pela revista Journal of Chromatography, para escrevermos um extenso trabalho de revisão, relativo à síntese e purificação de hormônios hipofisários recombinantes⁸⁶².”

doutora Pecequillo é responsável por inúmeras orientações de dissertações de mestrado e teses de doutoramento. Iniciou a sua carreira na Divisão de Física Nuclear, mas posteriormente sendo convidada pelo Doutor Laércio Antonio vinhas veio pesquisar na Divisão de Radioproteção ambiental aceitando, segundo as suas palavras, o desafio de uma nova área ligada à proteção do ser humano e o meio ambiente.

⁸⁶² Depoimento via e-mail dado pelo Doutor Paolo Bartolini.

Hoje, a antiga CARRM na nova estrutura de Centro do IPEN chama-se Centro de Biologia Molecular, cujo gerente é o Doutor Paolo Bartolini acima mencionado. O Centro está dividido em dois grupos de pesquisas, ambos, no programa saúde e subprograma biotecnologia do Plano Diretor do IPEN: hormônios hipofisários e biofármacos derivados de toxinas animais. Esta é uma área de pesquisa que remonta às origens do Instituto.

Voltando ao Doutor Lucki perguntamos se fazíamos engenharia reversa e, se isso era válido. Lembremos que a princípio tínhamos a opinião de que não era só isso que fazíamos na Instituição, muito embora tivéssemos que acompanhar o que era feito nos países desenvolvidos.

*“Seria possível escapar da engenharia reversa. Escapar é essencial. Eu também senti esse problema. O que foi a minha tese de doutorado? Os franceses fizeram a liga ferro/níquel pura (...) e depois fizeram as ligas de ferro/níquel com impurezas de nióbio e molibdênio. Mandaram estudar aqui no Brasil. Tornava-se necessário complementar os estudos. Até que não é tão ruim. Fiz os estudos, fiz a tese. No entanto, senti em vários campos o mesmo problema. No meu caso em particular, eu me sentia frustrado por um motivo simples: não tinha uma diretriz institucional que me dissesse qual era o alvo, quais os materiais que eram necessários serem estudados e quais as condições que deveriam ser testadas. Faria isso com o maior prazer. Tive que inventar o assunto, procurar descobrir qual o material mais usado, qual o mais promissor. Pesquisei, olhei as bibliografias, troquei idéias e estudei. Fizemos esses estudos para não perder o bonde. Se não fosse assim, nós estaríamos (**muito mais atrasados**). No entanto, o fato de fazermos engenharia reversa, pode acabar, se quisermos. Nós somos criativos e temos capacidade de trabalho. É necessário acabar com o complexo de inferioridade do qual eu também sempre estive imbuído, apesar de não ter nascido no Brasil (**foi educado aqui**) (...).Podemos criar coisas fabulosas, principalmente na bioquímica, na biotecnologia e também na tecnologia nuclear. O problema todo é o que eu chamei, fazendo uso de eufemismo, de vontade política. Tem que existir alguma coisa lá de cima que nos oriente, e, claro os meios adequados. Não podemos fazer omelete sem ovos, mas não precisa ter muitos ovos, não precisa ser aquela omelete farta. Podemos fazer trabalhos originais, sem engenharia reversa, sem cópias de trabalhos científicos⁸⁶³”.*

Gravamos 200 horas de depoimento e não teríamos como reproduzi-los integralmente no trabalho. No entanto, extraímos trechos que compuseram não só o trabalho como revelaram o pensamento dos pesquisadores.

⁸⁶³ Entrevista gravada com o Doutor Lucki em 2003, pesquisador do IPEN atualmente aposentado, mas ainda trabalhando em pesquisa na Instituição como pesquisador convidado.

Outros pesquisadores da antiga CCTM foram para a Metalurgia como descrevemos. Entrevistamos o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade⁸⁶⁴. No início dos trabalhos fizemos uma opção metodológica de não realizar testes estatísticos e descrevemos como intencionais as entrevistas. Acreditamos que agora, no final do trabalho, ficou mais claro que não queríamos manipular os resultados, mas escolher os entrevistados segundo suas atividades. Entrevistamos Doutores e pesquisadores sem doutoramento. Entrevistamos o pessoal administrativo. Entrevistamos pesquisadores com cargos de chefia e outros que nunca ocuparam este cargo. Muitos outros gostaríamos de ter entrevistado, mas tivemos que limitar as nossas entrevistas por causa do tempo que dispúnhamos para acabar o trabalho. Contudo não perdemos os nossos objetivos.

“Estava no quarto ano do IFUSP, em 1971, e através de um amigo comum, José Maria Filardo Bassalo, atualmente um pesquisador na área da história da ciência, me apresentou ao professor Shigueo como um possível bolsista no Departamento que o professor liderava no IEA. Vim e o professor Shigueo me colocou para trabalhar junto com o pessoal francês (...). Na época era um projeto que se ocupava das propriedades magnéticas de ligas ferro/níquel que tinham aplicações na área nuclear. Fiquei aprendendo as técnicas de como se irradiava e lendo um pouco a literatura sobre o assunto (...). No meio tempo o professor Shigueo estava objetivando desenvolver uma área de metalurgia física, uma área bem delimitada dentro da área de materiais. Contamos com a orientação inicial de um professor que veio da Universidade de Washington que era o professor Thomas Stobe que fez ampla pesquisa em toda a área metalúrgica no âmbito de São Paulo e outros Estados como Rio de Janeiro. O professor Stobe pesquisou os diversos Centros existentes que faziam pesquisas na área de metalurgia. Fez uma proposta ao professor Shigueo de montar um grupo nessa área, no IEA. As pesquisas no grupo, na época, se centravam muito na parte de materiais não metálicos, os cristais iônicos para aplicação principalmente em sistemas mais termoluminescentes. O Doutor Stobe deixou um relatório encaminhado para o professor Shigueo todos os possíveis desenvolvimentos na área de materiais e metalurgia física para serem germinados no IEA. (...). Dentro dessa tinha, também da Universidade de Washington veio o Doutor Hira Foterdan que tinha feito um pós-doutorado no Imperial College na Inglaterra com uma pessoa muito conhecida na área de microscopia eletrônica que era o professor Pierre Plate. O Doutor Hira chegou em 1974 com vistas a implantar um grupo de pesquisas, na área de materiais, principalmente metálicos. Entrei nesse grupo que visava a estudar o comportamento mecânico dos materiais, principalmente na área de dinâmica de discordância⁸⁶⁵ Essa parte de propriedades mecânicas é de interesse de um Centro de Materiais, principalmente que tivesse visando aplicações nucleares. (...)fiz a minha defesa de dissertação de mestrado em 1977⁸⁶⁶”.

⁸⁶⁴ Entrevista gravada em 03/05/2003.

⁸⁶⁵ Defeitos lineares que dão a possibilidade de deformação plástica de materiais.

⁸⁶⁶ Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

“Também trabalhei com um pesquisador francês, Doutor Guerin, que estava em uma cooperação técnica dentro do programa chamado Gresil que era um intercâmbio entre Grenoble e o Brasil. Fizemos trabalhos conjuntos, o Doutor Hira, o Doutor Guerin e eu na área de propriedades mecânicas de materiais. Após o mestrado sob a supervisão do Doutor Hira comecei a pleitear para fazer o doutorado no exterior. No final de 1977 fui fazer o doutorado, nos EUA no MIT, na área de comportamento mecânico de materiais dentro de um contrato com a CNEN assinado pelo professor Pieroni. Eu me propunha a estudar o campo de fratura e fadiga de materiais que era um campo que achávamos importante para desenvolver no IEA. Fui e entrei em um programa de propriedades mecânicas de liga de zircônio que era de interesse nuclear também para eles nos EUA e o meu orientador, grande autoridade nessa área, hoje é professor emérito do MIT (...). permaneci até 1982 quando completei o meu doutorado e voltei para o IPEN. Encontrei um ambiente bem modificado, nessa área de materiais, houve uma grande evolução e o gerente da área na época era o Doutor Clauer Trench de Freitas. Estava em desenvolvimento o programa conhecido como programa paralelo que a Marinha do Brasil também tinha interesse. Nessa época tinha alguns programas conjuntos com a antiga COPESP (...) e o desenvolvimento de aços de alta resistência para usos no programa da Marinha. Entrei participando no desenvolvimento desses aços, era um programa importante na época, (...) que depois vieram a ser utilizados dentro do programa da Marinha. Estamos entre 1984 e 1986. Depois disso o nosso Departamento de Metalurgia Nuclear estava sendo gerenciado por um oficial da Marinha o Capitão de Fragata, Doutor Ivan de Aquino, e nós trabalhamos em diversos projetos na área de materiais que eram de interesse também do Ministério da Marinha para o seu desenvolvimento nuclear”.

Finalmente, os pesquisadores se sentiam respeitados, uma Instituição lhes dava acolhida, alimentava os seus sonhos de trabalho, de pesquisas, sustentava os gastos necessários com a pesquisa desde que não contrariassem a diretrizes dadas. Por dez a quinze anos floresceram nos jardins da Instituição lindas rosas, acácias, bromélias e outras lindas árvores frutíferas com a esperança de desenvolverem a tecnologia nuclear necessária para a auto-suficiência do país. Esperou-se uma boa colheita porque se plantou em terra fértil e bem arada. Mas, se a colheita esperada não veio o que ocorreu?

É verdade que a vitória veio, mas não como esperada. Se ainda nos lembramos de tudo o que escrevemos e relatamos até aqui, não poderíamos negar alguma satisfação. Por outro lado talvez só agora tenhamos compreendido a nossa capacidade de realização e tenhamos quebrado os grilhões do paternalismo conforme uma criança que se deixa conduzir até bem depois da maioridade.

“Pós-graduação e falta de diretrizes da casa (IPEN). (...). A cultura foi e continua sendo, talvez como consequência do serviço público, o paternalismo. (...). Produção de radioisótopos, fabricação de fontes seladas, fornecimento de fontes radioativas calibradas, calibração de medidores de radiação, avaliação de

impacto radiológico ambiental, análise radiométrica de alimentos e matérias primas para importação e exportação, determinação de atividade alfa e beta total em água potável”

Eis, nas respostas acima, o que pensa uma das ilustres pesquisadoras do IPEN⁸⁶⁷ quando lhe perguntamos em ordem de respostas: Quais os pontos positivos e negativos da Instituição. Qual a cultura da Instituição? Sempre foi assim ou no passado era diferente? Quais as prestações de serviço que a Instituição foi capaz de levar a bom termo desde a sua criação, aquelas que você tomou parte ou não?

“Uma das atividades que julgamos que é da competência dos pesquisadores do Centro é a parte de ensino. Nós propusemos para a pós-graduação um curso de uma área nova que não tinha no IPEN que era de estudo de fraturas de materiais. Foi implantado o curso de mecânica da fratura que até hoje é ministrada no IPEN e tem tido uma receptividade grande por parte dos alunos. (...)”.

Não temos desde o início a intenção de fazer uma estatística da resposta, sobretudo porque as perguntas variavam segundo a área de atuação muito embora algumas questões foram comuns para todos os pesquisadores entrevistados. Mas, mesmo assim uma preocupação de todos da Instituição é com as atividades de ensino e formação dos futuros pesquisadores. Esta atividade surgiu com o IEA.

“Em 1977, havia na área nuclear o acordo firmado entre o Brasil e a Alemanha com a intenção de construir oito centrais nucleares de grande porte. Com esse acordo não sabíamos se a transferência de tecnologia seria realmente efetiva ou se estaríamos atuando como compradores de tecnologia. Essa é uma época muito controversa em termos do que seria bom para o país. No meio tempo uma parte da elite dirigente do país resolveu também fazer um programa de aquisição de tecnologia liderado pelas forças armadas e em especial pela Marinha e com isso o programa já estava implantado. Vinha tendo um certo desenvolvimento. O meu orientador de Mestrado, o Doutor Hira, inclusive antes estava trabalhando na época do programa nuclear em um programa grande de desenvolvimento de reatores a gás para altas temperaturas, o HPGR que era um convênio com a GGA (Golf General Atomic, uma grande empresa) e quando eu voltei esse programa já não existia mais. Os desenvolvimentos que houve na época, boa parte dos pesquisadores do IPEN também estavam participando, o pessoal da área de reatores nucleares, Não sei o que ocorreu. Voltando na década de oitenta, com a implantação do programa com a Marinha é importante ressaltar que a área de materiais teve uma participação muito grande. Os diversos testes (qualificação, análise, testes dos materiais utilizados no programa) que os materiais requeriam foram, na grande maioria deles realizados no Departamento de Engenharia de Materiais do IPEN. Posso citar um fato importante que foi o desenvolvimento de uma liga importante para as barras de controle (AG/In/Cd) foi desenvolvida e fabricada por uma equipe liderada pelo

⁸⁶⁷ Doutora Brigitte R. Pecequillo em depoimento via e-mail.

Doutor Anacleto Figueiredo que era um pesquisador do IPEN. O professor Padilha também, atualmente professor titular da Poli participou intensamente no programa desenvolvendo aço inoxidável de uso em elementos combustíveis assim como outras pessoas. O IPEN teve uma participação fundamental nesse processo⁸⁶⁸”.

Foi muito importante a participação dos pesquisadores do IPEN. Somente eles puderam complementar e fechar o cerco das idas e vindas das nossas reflexões. A Instituição não teve um caminho reto, nem mesmo entre os trabalhos no período do professor Pieroni e os superintendentes posteriores que tinham o mesmo propósito. Houve quebras de orientação o tempo todo e isso dificultou os trabalhos. Já tínhamos refletido sobre isso quando nos debruçamos nos trabalhos iniciais do grupo do professor Alcídio Abrão e comparamos com os objetivos daqueles outros, após a assinatura do Projeto Procon. Nessa segunda fase, estava presente uma orientação mais próxima de um interesse industrial. Ou seja, desenvolver a tecnologia para a futura produção. Os laboratórios, os projetos alcançam escalas bem maiores do que o necessário para uma pesquisa acadêmica. É por isso que afirmamos que a Instituição pós 1990 não é mais a mesma que aquela da década de 1970. Mesmo após ter perdido a sua direção, mesmo sem a parceria que lhe proporcionou um grande salto na sua ambição de ser um o maior instituto na área nuclear da América do Sul o IPEN não poderia mais se contentar em não pesquisar nas áreas fronteiras do saber. O Doutor Andrade nos expõe uma experiência dessa magnitude.

“Uma outra área também importante, (...) é a área de materiais cerâmicos no qual se inserem as cerâmicas nucleares (...) e outros materiais cerâmicos A base de alumina que constitui o isolante térmico teve, também, uma participação grande do pessoal da área de materiais do IPEN. (...). Voltando a falar dos materiais metálicos, (...) os aços especiais que são considerados entre os aços de aplicações estruturais os que têm uma relação entre a resistência e a tenacidade mais favorável, (...) super resistentes (...), em termos de resistir à fratura têm valores elevados, na época, eles não eram disponíveis na indústria nacional(...). Também eram extremamente caros⁸⁶⁹ e não estavam disponíveis facilmente para serem comprados, mesmo internacionalmente(...). O convênio da Marinha com diversas indústrias, entre elas a Eletrometal, proporcionou que esses materiais fossem desenvolvidos no Brasil. A área de materiais também teve uma ponte com o pessoal da Eletrometal. (...) foram desenvolvidos de forma a ficarem disponíveis para a necessidade do programa, aqui no Brasil. (...). A tecnologia implantada, na época, serviu como uma alavanca para outros desenvolvimentos de ligas especiais consideradas sofisticadas para o uso e que foram beneficiadas com esse desenvolvimento inicial - aços de alta resistência⁸⁷⁰”.

⁸⁶⁸Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

⁸⁶⁹ Eles têm na sua composição materiais caros como o cobalto.

⁸⁷⁰ Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

Rex Nazaré, então presidente da CNEN, em seu discurso apresentado em 06/05/87 à subcomissão dos Direitos Políticos, dos Direitos Coletivos e Garantias da Comissão da Soberania e dos Direitos e Garantias do Homem e da Mulher da Assembléia Nacional Constituinte sobre o Programa Nuclear Brasileiro, deixa claro que nos anos 1970 aprendemos que devemos nos apoiar em tecnologias e materiais disponíveis no país. Em seu discurso Rex Nazaré defende o desenvolvimento de um programa nuclear autônomo de tecnologia própria.

Sabemos que o programa nuclear coordenado pela Marinha já tinha sido iniciado desde 1979 tendo em sua essência um caráter sigiloso (governo do general Figueiredo) o qual veio posteriormente a ser oficializado e isso nos deixava apreensivos pelo seu caráter dúbio. É a questão que colocamos anteriormente da dificuldade de tecermos juízos de valor.

Voltando-se ao discurso de Rex Nazaré temos que o programa nuclear autônomo tinha como finalidade para o público desenvolver a utilização de energia nuclear em todas as formas de aplicação pacífica, com autonomia tecnológica. Em que pese o caráter sigiloso, e os interesses que não foram discutidos publicamente, o programa logrou êxito ao conseguir o enriquecimento de urânio, primeiro nas usinas piloto do IPEN e depois em ARAMAR. O caráter sigiloso do programa não propiciou a importante troca de experiência com a Universidade e nem a publicação de seus resultados apesar das colaborações individuais de alguns dos seus pesquisadores. Os Institutos de Pesquisa da CNEN deram a sua contribuição com os conhecimentos adquiridos e acumulados desde o início do desenvolvimento da energia nuclear pelos seus pesquisadores. Contudo, estes Institutos não tiveram participação ativa nas decisões e as suas contribuições foram divididas em pacotes para que não se tivesse uma percepção do processo como um todo. Neste período, os Institutos de Pesquisa da CNEN puderam modernizar os seus laboratórios por conta da enorme verba disponível para o projeto, sobrando para aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para o projeto. No entanto, o preço que pagamos foi muito alto, pois ficamos meio atrelados ao projeto, com mãos e pés amarrados e quando houve, mais uma vez, uma mudança na política interna do país, nós ficamos meio à deriva. No entanto, não devemos olhar com bitolas. Houve o ganho de perder a timidez e olhar para

fora. É importante que isso nos conduza a grandes projetos sem nos arrancar do caminho de sermos um Instituto de Pesquisa.

Vejamos um exemplo de como isso ocorreu na Instituição recorrendo aos depoimentos dos pesquisadores do IPEN e as discussões que fizemos até o presente momento..

“Em 1987 ou 1988 houve uma mudança no gerenciamento no Departamento de Engenharia de Materiais e saiu o Doutor Ivan de Aquino e entrou o Doutor José Octávio A. Paschoal. Nessa mudança, nós, que vínhamos trabalhando na área de propriedades de materiais e desenvolvimento de propriedades mecânicas, fomos re-direcionados, conforme solicitação da nova administração, a pesquisar e a desenvolver a parte de ligas de zircônio de aplicação nuclear. Foi um grande projeto, na época, foi o projeto zircônio desde a obtenção dos insumos até a fabricação de componentes. Este projeto tinha uma participação de uma empresa, Paranapanema, que financiou parte, dentro de um convênio com a COPESP de implantação de uma usina de zircônia no Instituto. (...)A nossa parte no programa era pegar a esponja do zircônio e obter o zircônio metálico. Foi desenvolvida a tecnologia para a fusão do zircônio. Isso é feito em equipamento especiais sendo um deles o forno a arco em atmosfera de vácuo (...).Chegamos a fazer algumas corridas experimentais o que resultou em trabalhos acadêmicos – duas teses de mestrado orientadas nessa tecnologia. O Brasil não chegou a dominar em termos de mercado a tecnologia do zircônio coisa que a Argentina conseguiu. No entanto, ela não tem o suprimento dos insumos de zircônio tão pleno quanto o Brasil tem. Ela importa parte dos insumos, mas ela tem todo o processo de fabricação e obtenção dos materiais. O Brasil poderia estar em uma situação autônoma na obtenção desses materiais, mas houve em termos de estratégias de desenvolvimento uma mudança e não chegamos a nos implantarmos como grandes agentes em termos de mercado na colocação desses produtos.”⁸⁷¹.

“Seria interessante fazermos uma reflexão do porquê desses insucessos em termos de mercados e desenvolvimentos. Acabei de dar um exemplo do projeto zircônio. Podemos usar idéias que ainda hoje estão na pauta do desenvolvimento tecnológico do país. Uma coisa é interessante na área de materiais é que durante muito tempo, mesmo internacionalmente há uma preocupação de se desenvolver materiais com propriedades cada vez melhores e visando principalmente redução de custo que era de interesse das empresas que irão comercializar esses materiais. Recentemente, uma característica importante é o desenvolvimento dessa tecnologia para materiais que pudessem ser adequados para serem utilizados.- o que o cliente espera daquilo que ele estar pedindo para ser desenvolvido. Nisso é que se insere a problemática de países como o Brasil. Não temos os recursos que os países desenvolvidos contam de injetar financiamento no desenvolvimento de uma gama ampla de tecnologia, mas que tenhamos recursos, vamos chamar de

⁸⁷¹ Obtenção de óxido de zircônio. O projeto foi muito incentivado durante algum tempo no Instituto. Presupunha a obtenção do óxido até o processamento pirometalúrgico para obter a esponja de zircônio de grau nuclear porque o zircônio é um elemento muito próximo do minério com háfnio. Que são antagônicos, em termos nucleares. O háfnio tem uma seção de choque muito elevada para nêutron em uma faixa de energia e isso prejudica a aplicação do zircônio em combustíveis nucleares se ele estive como traços no zircônio que é transparente aos nêutrons dentro do núcleo do reator. É um processo difícil de obtenção da esponja de zircônio nuclearmente puro, mas isso foi atingido no IPEN. Descrevemos anteriormente outros detalhes do projeto.

limitados, e temos que ter uma política nacional de desenvolver tecnologias, e estou falando especificamente na área de materiais, que sejam adequadas para uso posterior. Se há um planejamento estratégico nacional de desenvolvimento de certas tecnologias isso faz com que havendo investimentos nessas áreas, a utilização posterior, a demanda seja quase que certa. Então poderíamos nacionalmente interessar empresas nesses desenvolvimentos tecnológicos de forma que servissem tanto para alavancar as empresas, colocarem no mercado os produtos que o país necessita, quanto colaborar para um desenvolvimento de todo o país em termos de emprego para a população, de uma melhoria na qualidade de vida que, aliás, é a missão do Instituto. Em contraposição o que vemos é que não tendo essa política bem definida o que ocorre é que você para se manter em evidência acaba fazendo pesquisa de interesse para os países desenvolvidos. Por outro lado, você pode ter publicações ótimas internacionais, mas as consequências, os subprodutos advindos do desenvolvimento, não são implantados diretamente aqui no Brasil. Isso fica um dilema. precisa definir algumas áreas para utilização dos nossos recursos que são limitados e procurar nos resultados ter um efeito motivador para que seja realmente aplicado e vá contribuindo para um crescimento real da base tecnológica do país⁸⁷².”.

Essa opção pelo crescimento que conduz à melhoria de vida da população é uma preocupação de todos os setores da sociedade e muito mais daqueles que trabalham com C&T. Isso não é uma novidade, pois muitos dos setores da política brasileira realizam esse discurso e acreditamos que com sinceridade. A questão é como torná-la efetiva. O que nos parece é que falta o diálogo entre os pesquisadores e a classe política mesmo que muitas reuniões entre ambos tenham ocorrido nos últimos anos na sociedade brasileira e aí nesse caso ficamos no campo da retórica. Não é para menos, cada novo governo muda toda a orientação no país refletindo diretamente nos institutos de pesquisa que têm menos autonomia do que as Universidades.

“Na evolução do desenvolvimento de materiais, no IPEN, no início da década de noventa, ocorre uma outra mudança no gerenciamento do Departamento: sai o Doutor Paschoal e entra o Doutor Íris Ferreira como gerente da área. Nessa época, é importante ressaltar que começou a se nuclear, na área, uma perspectiva de um relacionamento maior com as empresas privadas que incentivava os pesquisadores a fazerem projetos, utilizando os órgãos de financiamento, como a FAPESP, que tinha poucos projetos aprovados no IPEN. Também, recorremos a financiamentos do CNPq e FINEP de forma que atendesse algumas necessidades das empresas privadas⁸⁷³. Isso é bom lembrar que em épocas passadas o próprio fato da Instituição que trabalhava com o nuclear ser nacionalmente um monopólio da CNEN impedia um relacionamento maior com outros órgãos financiadores para desenvolvimento de projetos. Isso veio mostrar ao Centro, já na época do sucessor do Doutor Íris que foi o Doutor Ambrósio⁸⁷⁴, que era importante instalar um projeto grande que é o Centro de Processamento de Pós, que foi um financiamento da FINEP (PADCT) da ordem de quatro

⁸⁷² Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

⁸⁷³ Estamos na gestão do Doutor Spero Penha Morato.

⁸⁷⁴ Ocorreu na segunda gestão do Doutor Claudio Rodrigues

milhões de dólares, onde foram colocados equipamento especiais para o processamento de materiais particulados. O Centro então teve a sua inauguração a presença do Ministro Ronaldo Sadenberg (Ciência e Tecnologia) em 1998. São Centros grandes cujo objetivo seria atender às pequenas empresas e algumas vezes às grandes empresas que não tivessem instalação especializada. Nesse ponto reside toda a problemática do desenvolvimento tecnológico no país. Como tornar esses relacionamentos mais próximos? Ou seja, o que comentamos anteriormente de atender as necessidades, e estou falando na área de materiais, das empresas privadas que tenham uma eficiência maior de alcançar o mercado e permitir que haja um efeito sinérgico entre os dois parceiros, que ambos ganhem nessa parceria. (...). constatou-se que o mercado era carente na área de competência de material particulado e foi a força motriz para propor o Centro (...).⁸⁷⁵”.

Esse Centro mostra um novo direcionamento, já no governo do Presidente Fernando Henrique, de tentar aproximar as instituições acadêmicas como as universidades e os institutos de pesquisa, com a iniciativa privada. A importância da implantação do Centro de Processamento de Pós na área do IPEN é o reconhecimento de todo um desenvolvimento de competência na área de materiais particulados, que vem desde os primeiros desenvolvimentos de cerâmicas nucleares e que foram feitos nas décadas de sessenta e setenta no antigo IEA. Com a evolução tanto na parte de cerâmica como na de materiais metálicos, se vislumbrou a necessidade de uma instalação nacional que contemplasse esse tipo de tecnologia. Eis aqui a confirmação de que a vitória veio embora não como era esperada.

Uma crítica que o Doutor Arnaldo Andrade levanta é que seria necessário um maior levantamento das demandas para os serviços, prestados por esses grandes Centros. Os investimentos são elevados e deve-se ter uma certa garantia de retorno tanto para as empresas que usam esse serviço quanto para a sociedade para que pudesse obter os produtos finais confeccionados com a tecnologia desenvolvida⁸⁷⁶.

No caso do Centro de Tecnologia dos Materiais houve uma eleição junto à comunidade de pesquisadore para eleger o gerente do Centro. As atividades do Centro estão consolidadas em quatro grandes linhas e que contemplam todo o histórico de desenvolvimento de materiais na área. Uma delas é de materiais metálicos e compósitos

⁸⁷⁵ Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

⁸⁷⁶ Essa tecnologia do pó é importante porque é um meio de preparar materiais não convencionais em um formato quase para o uso. Um exemplo são os componentes automotivos que são em geral peças pequenas, mas que tem uma grande demanda na indústria automotiva. Como eles já vêm prontos para aplicação o custo –benefício desses componentes muito favorável.

subdividida em duas áreas, a saber: área de desenvolvimento de materiais de resistência a ambientes agressivos e de desenvolvimento de materiais para aplicações funcionais e estruturais; uma outra de desenvolvimento de materiais cerâmicos; outra de desenvolvimento de materiais para células a combustível. Essa democratização com eleições também são necessárias pois tornam o ambiente de trabalho mais agradável sendo o lugar onde o pesquisador vive mais de 1/3 da sua vida ativa.

Dentro de um direcionamento nacional surge uma discussão sobre a interação maior entre a Academia e a Empresa que se faz sentir fortemente no IPEN – é a tônica atual da nova administração. Isso já se fazia sentir no final da década de noventa com as discussões sobre inovação no desenvolvimento tecnológico e que falamos desde o início do trabalho⁸⁷⁷.

Quando comparamos o Brasil com outras Nações, como a Coreia que há trinta anos atrás estava em um nível de desenvolvimento tecnológico inferior ao Brasil e atualmente esta à frente, como já discutimos anteriormente, dando alguns dados dos números de doutores presentes nas empresas e na academia nos países desenvolvidos e no Brasil. No Brasil, o maior número de doutores, que já é relativamente pequeno, é muito maior nas academias. Esse desafio de inverter os dados é enorme. A Instituição assim como abraçou o desafio da pós-graduação precisa abraçar mais esse desafio. Isto poderá ser feito nessa interação entre o IPEN e as Empresas para que possa ocorrer o processo de inovação atendendo às necessidades nacionais⁸⁷⁸.

A iniciativa tomada de receber nas dependências da Instituição o Centro Incubador de Empresas tecnológicas (CIETEC) foi uma das idéias. Temos que propiciar um ambiente de colaboração entre interlocutores de ambos os lados que seja realmente produtivo. Isso logicamente não acontecerá sem a mudança cultural da Instituição e logicamente os primeiros sinais se fazem sentir. A atual administração do IPEN tem se empenhado para que esses laços se tornem mais fortes, facilitando o convívio de duas culturas bem diferentes. Os atuais Centros de Pesquisa e Desenvolvimento dão um suporte adequado para que isso ocorra. Isso está configurado em uma série de atividades novas que surgiram

⁸⁷⁷ Houve em 2001 a grande Conferência Nacional de C&T, em Brasília, sobre Inovação Tecnológica e que debateu as diferentes visões de como se conseguir essa inovação nos institutos e nas universidades brasileiras.

⁸⁷⁸ Fazemos jus à Instituição no que diz respeito a formação de técnicos, mestrands, doutores, pessoal especializado. Muitas vezes se não ocorre ainda uma parceria produtiva entre a empresa e o Instituto, este último colabora intensamente com a formação de pessoal. Todos os Centros oferecem e ministram cursos de bom nível.

na Instituição onde os Centros participam dando suporte para as atividades das microempresas incubadas no CIETEC.

“Cito o projeto de célula combustível que é uma parceria com a empresa Eletrocell no Cietec. De forma a fazer que o programa célula combustível que é um programa de interesse nacional alcance um desenvolvimento pleno⁸⁷⁹ “.

Atualmente o Projeto Célula a Combustível⁸⁸⁰ é institucional. O Centro de Tecnologias dos Materiais foi aquele que deu início à pesquisa, mas alguns Centros do IPEN estão participando. Isso aconteceu no início da Instituição e deu bons resultados. Esses materiais, que são utilizados nas células, são materiais cerâmicos que o Centro de Tecnologia de Materiais domina a tecnologia⁸⁸¹ em um trabalho que vem sendo desenvolvido desde a década de sessenta. Mais uma vez, nós constatamos que, a competência é adquirida com muitas pesquisas e esforço continuado. Isso começou com o grupo do professor Tharcísio Damy de Souza Santos que se aliou ao Grupo do professor Shiguelo Watanabe que trabalhava com deformações em metais.

“A empresa General Motors tem nos procurado para fazer parceria nessa área de materiais para célula a combustível visando às aplicações específicas do país. Um exemplo é uma célula combustível que funcionasse como o combustível etanol – faz-se a reforma do etanol que é abundante no Brasil para obtenção do hidrogênio que é um dos combustíveis para essa a célula a combustível. Isso internacionalmente talvez não fosse de interesse inclusive da GM internacional, mas seria de interesse nacional. Isso mostra que essas parcerias, que estão sendo construídas, têm uma grande possibilidade de êxito para o desenvolvimento tecnológico do país⁸⁸²”.

Dentro do desenvolvimento tecnológico atual de países como o Brasil a área de inovação é importante. O planejamento do país que, embora tenhamos comentado que não foi a contento, existiu, mesmo que capengando e com interrupções. Vejamos o atual MCT, este primeiramente pensava em desenvolvimento científico, depois em C&T e hoje fala em inovação. Esse foi o caminho seguido pela Instituição que logicamente, em última análise,

⁸⁷⁹ Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

⁸⁸⁰ Células combustíveis para baixas temperaturas (PEMFC) como aquelas para temperaturas elevadas (SOFC). Existe uma previsão para daqui a vinte anos de que os automóveis estarão operando tendo como elemento propulsor à célula a combustível. Lembremos que a indústria automotiva no país é muito forte, portanto acreditamos que os desenvolvimentos que estão feitos agora repercutirão na nossa economia.

⁸⁸¹ Existe um projeto financiado pela FAPESP, Projeto CEPID (em torno de 10 grupos no Estado) que são projetos que reúnem várias instituições. O CEPID de materiais cerâmicos o grupo do Centro de Tecnologia dos Materiais está participando do projeto.

⁸⁸² Entrevista gravada com o Doutor Arnaldo H. P. de Andrade, em 03/05/2003.

é um reflexo das orientações recebidas dos setores governamentais. Hoje todos os setores, institutos de pesquisa, universidades e indústria falam em agregar valor aos seus produtos. Nesse sentido a nova estrutura em Centros que apresentam uma maior autonomia e possam também realizar trabalhos em parcerias, não só entre os Centros do IPEN como com a universidade e a indústria, facilita que o desenvolvimento de C&T venha a se transformar em inovação, pois a dinâmica das interações, além de mais ágil, é mais comunicativa. Um Centro que desenvolve uma parcela do processo recorre a outro que desenvolve insumos ou processos necessários para fechar o sistema e a micro ou mesmo grande empresa por estar envolvida, a par do que está acontecendo se sente mais envolvida e reage melhor quando chamada a assumir o risco de transformar a tecnologia desenvolvida em inovação, sobretudo se estiver amparada por uma infra-estrutura como a que existe no CIETEC que já são muitos no Estado de São Paulo.

No entanto nada é feito sem risco. A Instituição precisa estar atenta para não perder o seu caráter de instituto de pesquisa e não querer assumir o papel da empresa. Nesse sentido o Cietec vem facilitar a interação do Instituto com a indústria, mantendo o caráter do IPEN.

A história do Cietec começa muito antes da sua inauguração em abril de 1998. Quando as três instituições, IPEN, USP e IPT, sentaram-se à mesa para tentar montar essa incubadora⁸⁸³ o projeto estava nascendo. O Doutor Claudio Rodrigues percebendo a oportunidade com o movimento crescente no Brasil e no mundo das incubadoras de empresas tecnológicas, dentro do princípio de empreendedor que lhe é peculiar juntou as três casas, trouxe o Sebrae para discutir, que é a agência que tem mecanismos de apoio prontos, arrumados. Imediatamente a Secretaria de Ciência e Tecnologia⁸⁸⁴ se juntou ao grupo. Da parte do IPEN destacaram-se os Diretores e alguns que foram fundamentais nessa estruturação do tema. O Doutor José Roberto Rogero que foi uma pessoa que apostou na causa, o Edson Roman e o Doutor Spero Penha Morato que veio a ter uma empresa incubada (Laser Tools). O Doutor Roberto Fulfaro, a Doutora Desirée Moraes Zouain que embora não fosse uma diretora funcionava como chefe de gabinete do Doutor Claudio Rodrigues assumiu desde o primeiro momento, segundo depoimento do Gestor do CIETEC, Sérgio Risola. Ainda segundo Risola, esse foi o time que percebia que tinha um

⁸⁸³ A USP já tinha tido uma tentativa de montar a sua incubadora e não deu certo. O IPT chegou a montar, colocaram uma empresa incubada lá dentro, mas foi por poucos meses.

⁸⁸⁴ Naquela época através do seu secretário Emerson Capaz e do seu assessor Jorge Funaro.

prédio aqui dentro do Campus do IPEN que não estava sendo utilizado⁸⁸⁵. Ele era conhecido como esqueleto. Já vimos muitos projetos de incubadoras nascerem no papel, com um pessoal capaz, mas o projeto tem dificuldade de andar no momento que não encontra um espaço físico adequado. O CIETEC já nasce com a possibilidade de ter um prédio com 6400 m² e utiliza, por enquanto, 3400 m², podendo utilizar o espaço todo, ainda segundo depoimento de Sérgio Risola:

*“Principalmente aqui dentro onde estamos dessa ilha que gera 1/3 da C&T do Brasil lógico seria criar um projeto desse e nascer com um tamanho considerável. O CIETEC já nasce com a possibilidade de ter um prédio desse com 6400 m² e o CIETEC utiliza 3400 m² a caminho de utilizar o espaço todo. O IPEN,, sem dúvida nenhuma captaneou a ação. No momento que o Doutor Claudio asteou a bandeira do Cietec e teve a adesão da USP, da Secretaria, do Sebrae e do IPT ele (**Doutor Claudio Rodrigues**) teve imediatamente saiu cuidando de fazer as grandes providências. Nesse momento o Sergio já surge (**Sergio Risola**)⁸⁸⁶”.*

Um dos engenheiros, que tem uma empresa incubada no Cietec, se formou no IPEN nos relatou a importância que o IPEN assumiu para essas empresas incubadas. É todo um longo histórico que começa, em muitos casos antes mesmo da idéia da empresa.

”No último ano de química fiz uma matéria de iniciação científica com a Elisabete Pessini que me convidou para fazer iniciação no IPEN. O tema de trabalho foi de pilhas eletroquímicas. (...). Uma parte foi célula a combustível. (...) comecei a trabalhar com tratamento de superfície, no laboratório de sais fundidos, ainda com a Doutora Pessini, (...). Parti para o mestrado com boreto de titânio que é um material refratário e condutor de eletricidade, ideal para recobrir eletrodos para a produção de alumínio. (...). Em 1995 (...) comecei o doutorado. O boreto também pode ser usado na célula (...) tomamos conhecimento do CIETEC no IPEN. Tínhamos uma idéia de produzir um revestimento de oxidação anódica plasma (...). Abrimos uma empresa Anod Arc que trabalha com revestimentos especiais. Um dos produtos é o boreto de titânio, oriundo da minha tese Ingressei no grupo de célula a combustível no IPEN, o grupo estava começando, com o Doutor Marcelo Linardi. (...). Apesar de serem distintos os revestimento em que trabalhava e os revestimentos da célula a combustível, ambos são da área de eletroquímica. Foi nessa parte de eletroquímica que nos aproximamos com o Gilberto Janoli de outra empresa no CIETEC a DC System. Eles trabalhavam com baterias especiais (...). começamos a trocar experiências sobre células a combustível.(...) tivemos a idéia de trabalhar com periféricos para célula a combustível. Para testar os periféricos precisávamos ter a célula a combustível que era muito cara. Então resolvemos produzir a própria célula para serem testadas. Começamos a ter bons resultados. Vimos que isso ocorria porque tínhamos um pesquisador especializado em revestimento, outra em catálise, outras especializadas em eletrônica de

⁸⁸⁵ Este prédio foi iniciado na gestão do professor Pieroni para ser os laboratórios do grupo que trabalhava com o professor Shiguo Watanabe com defeitos em metais.

⁸⁸⁶ Entrevista gravada com o Gestor do CIETEC Sérgio Risola.

potência e instrumentação. Com esse estudo nos começamos a agregar vários profissionais capacitados, com bastante experiência no ramo. Começamos a designar o grupo de Eletrocell que é formado pelas duas empresas: DCSystem e a Nord Arc. Fomos agregando algumas outras empresas que estavam participando do projeto. Patentamos a marca Eletrocell e criamos a Empresa Eletrocell. Os pedidos começaram a crescer e acabou sendo um concorrente com a DcSystem (primeira turma do CIETEC) e a Nord Arc (segunda turma do CIETEC). Aumentamos o número de ofertas, outros componentes e periféricos. As tecnologias da Nord Arc e da DcSystem foram incorporadas ao produto da Eletrocell. Temos células com excelentes revestimentos, bons catalisadores. (...). começamos a trabalhar com projetos maiores – um projeto de 50kWatt destinado à telefonia. Hoje estamos com vinte pessoas trabalhando diretamente nesse projeto e mais quarenta indiretamente. Acabamos entrando em um projeto CTPETRO, juntamente com o IPEN, Marcelo Linardi, que é para a fabricação das membranas. O Doutor Linardi começou a desenvolver novas técnicas de catalise para a fabricação das membranas (aumento da eficiência e duração das membranas (...)). Uma grande vantagem que sempre menciono é ter várias empresas com tecnologias distintas aqui dentro agregando diferentes produtos de inovação tecnológica dentro do programa da célula a combustível. Hoje já temos mais de dez empresas fornecendo produtos e serviços para o desenvolvimento da célula a combustível aqui dentro. As empresas que estão incubadas aqui são de inovação tecnológica⁸⁸⁷.”

Uma das grandes vantagens do CIETEC é o intercâmbio entre as empresas e esse apoio que o CIETEC dá, em parceria com a SEBRAE, na parte da ISO 9000, que estas empresas incubadas estão obtendo, os cursos de administração, elaboração de planos de negócios, consultorias – existe um consultor na parte de economia -, um excelente trabalho na parte de busca de financiamento para projetos que é vital para a micro empresa tanto com as aplicações inovadoras como com a reengenharia. Muitas das empresas já estão faturando e

⁸⁸⁷ “Têm empresas que tem inovação, de produtos que não existiam antes. A própria Nord Arc desenvolve um produto de inovação tecnológica que não existia no mundo inteiro – o tipo de revestimento, (...), o eletrólito que estamos usando além de não gerarmos poluentes (...) alcançando uma escala de dureza até então não obtida. Existem várias aplicações técnicas onde são importantes essas escalas de dureza. A tecelagem onde os fios são muito cortantes e acabam cortando o guia de fio. A parte de camisas de compressores de motores, a parte de cima do pistão que na aeronautica espacial tem várias aplicações. Existem outras empresas incubadas no CIETEC que têm aplicação tecnológica, uma delas é a Ebadil que trabalha com máquinas de desinfecção (...). A reengenharia pode não ser uma inovação tecnológica, mas é uma inovação técnica. O conceito já é conhecido, mas a aplicação é inovadora que pode ser até mais interessante que a inovação tecnológica. Trabalhar com um processo inovador e conseguir a obtenção de credibilidade do mercado é muito complicado. Tudo que é novo tem uma certa resistência. Uma tecnologia conhecida, com uma aplicação inovadora, também é complicado, mas é mais fácil. Para uma empresa sobreviver com uma reengenharia é mais fácil. Nós com a Anod Arc tivemos muita resistência até mesmo com os assessores da FAPESP para mostrar a técnica. No início não estava tendo muita credibilidade em relação a inovação do projeto. Posteriormente nós conseguimos mostrar a viabilidade do processo, mas teve problema de viabilidade econômica. Precisamos de alguns parceiros. Acabamos depois de ficar discutindo com os assessores resolvemos partir para outra área e tentar desenvolver a técnica posteriormente. Infelizmente outros institutos de pesquisa no exterior começaram a desenvolver o processo. Hoje já tem uma empresa alemã trabalhando com o processo, dois institutos de pesquisa, um em Israel e outro na Alemanha e um grupo no sul do Brasil (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Mostra que realmente é um processo promissor. (...). Por enquanto, têm vários componentes que utilizamos que são importados como as membranas, o material das placas – a matéria prima é grafita e são compósitos. No entanto estes materiais já estamos trabalhando para produzi-los, no Brasil. Estamos com uma outra firma aqui dentro trabalhando para desenvolvermos os componentes necessários. As nossas placas ainda estão porosas. A membrana polimérica é um processo mais complicado de obtenção da tecnologia. Tem um grupo que está desenvolvendo que é a Federal de São Carlos. Este é um grupo que tem toda condição de conseguir porque são especialistas em polímeros. Este é um ponto que acho que o IPEN deveria estar trabalhando”. Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003.

já pagaram além do investimento pagaram vários impostos em cima disso. Apesar de ser a fundo perdido o capital já voltou para o Estado na forma de incentivo e impostos e contratação de mão de obra. A micro e a pequena empresa, ambas, são grande geradoras de emprego.”

“No início vimos que os nossos melhores clientes são as geradoras de eletricidade. Eles têm interesse nessa área por ser a célula combustível uma energia limpa com uma boa qualidade de produção de energia, superior à da energia hidráulica. A célula não precisa de distribuidores de eletricidade, não precisa dessas enormes linhas de eletricidade, é tudo aplicação local. Com isso já aumenta a confiabilidade. A engenharia que estamos aplicando na célula combustível chega a 300 mil horas isso por causa da configuração e o projeto que fizemos em cima dessa célula. Outras aplicações seriam em hospitais que precisa de fornecimento de energia próximo das mesas cirúrgicas que não faça barulho, não cause odor e com alta qualidade energética. Isso vem a ser uma grande aplicação. A tecnologia já é viável, mas comercialmente o custo ainda é muito alto porque não temos economia de escala. Com os preços que temos hoje já conseguimos competir com as usinas hidroelétricas, caso viéssemos a produzir mil células ano. Um dos problemas hoje é a durabilidade. Não tem célula combustível funcionando há muito tempo, então é difícil dizer a vida média de uma célula. Por isso ainda está em nível de protótipo⁸⁸⁸”

Uma série de tecnologias foi dominada como viemos até agora demonstrando – purificação do urânio nuclearmente puro, produção de tetrafluoreto de urânio, hexafluoreto de urânio, detectores de radiação etc -, mas sempre ficava retida na questão da viabilidade econômica isso dentro de um instituto de pesquisa. No entanto, quando se trata mesmo de uma microindústria, acreditamos que tem um caráter, até mesmo filosófico diferente de um instituto de pesquisa. Isso acaba passando por um problema que é a falta de orientação para C&T, difusão do produto acabado e finalmente a colocação no mercado da inovação, como comentamos várias vezes.

“No último governo, percebi, apesar de ter sido muito polêmico, o Fernando Henrique com esses projetos dos fundos setoriais mudou muito a cara da pesquisa no país. Antes era o próprio governo que disponibilizava as verbas quando ele achava necessário. Hoje com a criação desses vários fundos vários setores analisavam os projetos que estavam sendo desenvolvidos. Acho uma grande inovação, não só por ser um fundo setorial que injeta muito dinheiro na parte de pesquisa, mas que sempre tivesse uma empresa vinculada ao projeto. Os projetos que estão sendo desenvolvidos são projetos com uma visão mais prática. Também acho que pesquisa fundamental é importante, mas a pesquisa prática também é importante. São dois tipos de pesquisa que são necessárias. Realmente a indústria brasileira com a abertura do mercado ela não estava agüentando a pressão de produtos estrangeiros a preços baixos e com qualidade superior a

⁸⁸⁸Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003.

nossa. Muitos falavam que a indústria nacional não aplicava em tecnologia, mas é difícil uma empresa aplicar em tecnologia se ela não tem nem dinheiro para pagar suas contas. Nesse ponto achei que foi bom à aplicação dos fundos de inovação tecnológica. (...). e a indústria pudesse ter condições de desenvolver seus produtos com qualidade. Hoje, na Eletrocell, talvez por termos uma formação mais acadêmica – aula na universidade, trabalho em pesquisa –, sempre procuramos fazer o melhor possível no produto. Às vezes acabamos tendo problemas com o custo. Por exemplo, quando pensamos em colocar mais uma melhoria, começamos a colocar um monte de inovação o custo aumenta muito. Qual a forma de agir? Colocar todos os componente e abaixar o custo. Isso só é possível justamente aplicando inovação tecnológica. Qual a única forma de conseguir isso? É pesquisando. Por isso, a vinculação, entre a empresa e o instituto de pesquisa, é prioritária. No exterior a quantidade de empresas que tem vínculos com os institutos de pesquisa é enorme. Porque que aqui no Brasil não podemos também? (...). enfim todos estão usando a mesma tecnologia. (...). Por isso, a aplicação de verbas, em tecnologia e inovação, é importantíssima. Para o futuro do país⁸⁸⁹”

A educação é o principal passo para o desenvolvimento de um país. Uma boa formação abre muitas portas, as oportunidades são maiores. Os desenvolvimentos tecnológico e econômico de um país dependem de uma boa formação. Muitos erros podem ser evitados, assim como o desperdício de dinheiro pode ser evitado se tivermos pessoas competentes em diversas áreas trabalhando juntas. Isso ocorre quando é investido em formação de profissionais. Numa área de tratamento de superfície, por exemplo, segundo o Doutor Gerhard, é muito comum que se vejam erros com enormes prejuízos devido à má formação de profissionais. Assim acreditamos que acontece em outras áreas.

“A importância do IPEN, na minha formação, é enorme. Tenho muito carinho pelo IPEN. Toda a minha formação foi vinculada ao IPEN. quando fui fazer a faculdade de química depois de ter feito a engenharia eu estava ingressando no mestrado no IPEN. O IPEN me abriu muitas portas, contato com institutos de pesquisa no exterior e me deu toda a minha formação. (...). Na metalurgia cada laboratório tem um especialista renomado no Brasil e no exterior fazendo a sua pesquisa e divulgando o seu conhecimento. As dúvidas que eu tinha eram enormes, pois estava me formando. Hoje ainda estamos aprendendo. Quando tenho alguma dúvida recorro aos pesquisadores e trocamos experiências. Isso no IPEN eu acho fantástico. Essa quantidade de pesquisadores em diversas áreas, desde a médica, materiais, química, física. Uma diversidade enorme. Existem poucos institutos, no Brasil com essa qualidade tecnológica que temos aqui no IPEN. Por isso acho que o IPEN é um dos Institutos de Pesquisa mais bem conceituado no país. A importância do IPEN, para mim é muito grande, é a minha formação. A formação profissional e a formação pessoa. (...). O IPEN por ter aceitado o CIETEC dentro de suas dependência é um dos pontos do sucesso do CIETEC. Várias empresas estão sendo desenvolvidas aqui com o apoio da pesquisa realizada no IPEN, com o apoio dos laboratórios do IPEN, da prestação de serviços, na base de dados do IPEN. A pesquisa só é possível ser desenvolvida com uma boa biblioteca. A do IPEN é fantástica. Apesar de ser uma biblioteca de

⁸⁸⁹ Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003.

base nuclear, mas essa envolve outros campos. É uma biblioteca completa. Outro ponto importante é a segurança que temos aqui dentro. Trabalhamos até meia noite, uma da manhã com as portas abertas sem preocupação⁸⁹⁰”.

O Doutor Gerhard Ett sendo um pesquisador da última geração que se formou no IPEN já sente uma das grandes conseqüências que poderão advir se não repusermos os nossos quadros de pesquisadores – uma coisa é publicarmos os trabalhos e outra é a experiência com o pesquisador em laboratório.

*“Acho uma pena quando um pesquisador se aposenta. A quantidade de conhecimento que ele adquiriu nesses cinquenta anos de carreira é enorme. A quantidade de informações que o Filipe me transmitiu (**Doutor Luis Filipe C. P. de Lima**), (...), não só na parte técnica como de português, que o Ambrózio me ensinou na parte de sinterização (**Doutor Francisco Ambrózio filho**), o Arnaldo na parte de materiais (**Doutor Arnaldo H. P. de Andrade**), a Mirian na parte de fornos (...), a Bete na parte de eletroquímica (**Doutora Elisabete Jorge Pessini**), o Reginaldo na parte de cerâmica (**Doutor Reginaldo Muccillo**). São tantos pesquisadores que fico pensando a quantidade de conhecimentos. (...). Só na minha tese são quatro folhas de agradecimentos. (...). muitas vezes o “paper” não ensina tudo é muito comum pegarmos um trabalho publicado e tentar reproduzir e não consegue⁸⁹¹”.*

Um exemplo simples pode ser visualizado quando lidamos com consistência de um óleo para uma máquina, por exemplo, a temperatura de trabalho com o óleo. A vinte graus tem uma viscosidade e a vinte e dois graus tem outra, etc. em um processo tem tantos parâmetros que muitas vezes não são colocados no trabalho escrito até porque a princípio é muito simples para se documentar, não tem espaço, etc. São tantas as informações que podem acabar se perdendo. A área de células a combustíveis está contemplando o “Energéticas” do IPEN. No entanto não podemos esquecer que existe o nuclear. Caso fique esquecido o segundo nome isso poderá ser uma perda para o país. Frequentemente somos questionados sobre o tema.

Esses questionamentos, que ouvimos várias vezes, não são no sentido de retomarmos a linha das pesquisas na área nuclear. Ao contrário, na maioria das vezes, somos inquiridos devido a pouca importância que os nossos interlocutores prestam para o nuclear, sobretudo em se tratando de jovens que já cresceram ouvindo falar que acrescentar na matriz energética a opção nuclear seria perda de tempo e dinheiro. Argumentos, nos dias de hoje

⁸⁹⁰Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003.

⁸⁹¹Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003

quando a Alemanha programa para o ano de 2006 a desativação de todas as suas usinas nucleares nos colocam em uma posição delicada.

“Muitos dos pesquisadores que tinham conhecimento da área nuclear estão mudando de área. O conhecimento continua com eles, mas acaba indo embora. Isso por problemas políticos. A energia nuclear tem o problema do lixo nuclear. No entanto, é uma energia que para gerar não polui. É impressionante a quantidade de energia que se consegue extrair no processo. Nesse ponto continuo achando a energia nuclear viável e devia-se aplicar muito mais para resolver esses problemas ambientais e de segurança. Ela é importante para o país e para o mundo inteiro. (...). A célula a combustível é uma forma de se obter energia, mas qual o combustível? Pode-se usar gás natural que se encontra junto da bacia de petróleo, mas que não é um bem durável. Ele acaba se renovando, mas o ciclo é muito longo. Depois o que vem? O etanol. Hoje se toda a energia necessária no mundo tivesse que recorrer à célula a combustível não teríamos condição de produzir o etanol. A solar, outra energia limpa ele precisa de silício. Para purificar o silício precisa de muita energia. A energia eólica são geradores enormes que ficam em torno de quinze metros de altura que já causam uma poluição visual enorme e hoje geram 2MW por gerador. Também nem sempre tem vento, vai precisar armazenar. Vejo que no futuro todas as formas de energia serão necessárias. A nuclear tem o seu espaço garantido enquanto tivermos urânio⁸⁹². O rejeito do combustível é um material nobre. Precisamos da técnica de reprocessamento, aumentamos mais a rentabilidade do urânio. Não se pode perder uma tecnologia que se dominou uma vez, sobretudo perder por problemas políticos. Seria uma pena. É jogar dinheiro fora⁸⁹³.

Quando falamos em bem estar de uma população deixamos claro que existe uma série de fatores que a definem. Também deixamos claro que o desenvolvimento de C&T é intimamente ligado com o bem estar. Portanto não teria sentido desenvolver a C&T se não transformarmos em produto e processo para atender a população da Terra. Para que isso possa ser feito dentro do sistema de vida da sociedade, tem que existir uma política industrial clara no país e com longos objetivos que não mudem a cada nova direção dos ventos vindos seja do Norte ou mesmo do sul. É importante que indaguemos aos jovens industriais o que eles necessitam para viabilizar o desenvolvimento de C&T realizado no país.

⁸⁹² No entanto, temos que processar o urânio. Nem todo o urânio que se encontra na terra é utilizado, fora o problema da purificação e do desenvolvimento de outras tecnologias que já descrevemos ao longo do trabalho.

⁸⁹³ por isso que a energia solar ainda é muito cara. Ainda tem o problema da quantidade de área necessária para instalar o painel fotovoltaico para a captação da energia solar.

“A indústria está vinculada a fatores econômicos. É a sobrevivência que está em jogo. Ela vive do lucro. (...). É do lucro que ela paga suas contas”⁸⁹⁴. Os fatores econômicos externos, a alta do dólar, a elevação da taxa de juros influencia o desenvolvimento. As incertezas econômicas também causam problemas. Muitos investidores têm medo de investir quando a política econômica não está clara. Isso todo mundo sofre; a empresa, o governo, o instituto de pesquisa. A criação dos incentivos de novas empresas, no começo começa com uma nano empresa, passa para micro, depois para pequena reflete o desenvolvimento do país. Um modelo é os EUA. No pós guerra (II Guerra Mundial) teve um problema econômico. Esse modelo de micro empresa foi criado nos EUA. Muitos soldados que voltavam da guerra começaram com as micro empresas. Isso deu um impulso na economia, não só dos EUA como da Europa. Muitas empresas foram criadas no período da guerra e pós guerra e hoje são potências. Nesse ponto acho importante o que o governo está fazendo incentivando às micro empresas. Elas são empresas pequenas que têm problemas básicos comuns – fluxo de caixa, de administração, infra-estrutura. A maioria do pessoal que está começando não são economistas, são engenheiros, profissionais da área técnica que têm uma idéia e tentam viabilizá-la (...). As incubadoras são importantíssimas, empresas de bases tecnológicas ou mesmo comerciais”⁸⁹⁵.

Os institutos de pesquisa realizando pesquisa acadêmica ou aplicada muitas vezes têm dificuldades de achar um parceiro para viabilizar economicamente o projeto acaba engavetando o projeto e partindo para outra pesquisa. Foi o que ocorreu com o IPEN com várias linhas de pesquisa. O que suspeitávamos desde o início das nossas pesquisas. Faltou um elo entre a indústria e o os institutos de pesquisa⁸⁹⁶.

“Vários projetos viáveis, que receberam vários prêmios como você mencionou o projeto zircônio que é um processo muito bonito que foi desenvolvido no IPEN (se tivessem as incubadoras na época) acabaria encontrando um parceiro. Ainda falta alguma coisa. (...). poderia-se criar um banco de dados, tipo um registro de experimentos e procesos procurando parceiros comerciais como existe lá fora”⁸⁹⁷.

IPEN passou por mudanças gerenciais no final do século XX e início do século XXI. Toda uma estrutura administrativa anterior foi mudada para a estrutura matricial que contempla da ordem de dez unidades de execução dos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento da Instituição que são os Centros do IPEN (Reator de Pesquisa, Radiofármaco, Lasers e Aplicações, Ciência e Tecnologia dos Materiais, Aceleradores Ciclotron, Engenharia Nuclear, Química e Meio Ambiente, Biologia Molecular, Combustível Nuclear, Tecnologia das Radiações, Metrologia das Radiações). A idéia é que

⁸⁹⁴ Na realidade conceitualmente não é assim.

⁸⁹⁵ Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003.

⁸⁹⁶ Exceção como já falamos inúmeras vezes para a produção de radiofármacos e radioisótopos na medicina onde não faltou a interação.

⁸⁹⁷ Entrevista com o Doutor Gerhard Ett da Eletrocell em 23/04/2003.

as unidades sejam como um paralelo das unidades de negócio das empresas privadas que têm uma certa autonomia em termos de execução das atividades de desenvolvimento, mas dentro da missão geral do IPEN e dentro das diretrizes da CNEN. Isto é colocado em prática através de um Plano Diretor da Instituição onde as atividades de cada Centro são encaixadas⁸⁹⁸.

Portanto podemos, se quisermos ainda, consolidar a nossa capacitação.

O que foi feito amigo
De tudo que a gente sonhou
O que foi feito da vida (...)
Quisera encontrar, aquele verso menino
Que escrevi há tantos anos atrás
Falo assim sem saudade
Falo assim por saber
Se muito vale o já feito,
Mas vale o que será
E o que foi feito é preciso conhecer
Para melhor prosseguir,

Milton Nascimento⁸⁹⁹

⁸⁹⁸“O IPEN sempre atuou na fronteira científica e tecnológica, mas não dava a mesma importância para os aspectos de gestão. De cinco anos para cá, o grupo que hoje está na direção do Instituto mudou essa visão. O Instituto passou a incorporar metodologias que o colocassem na fronteira também no aspecto da gestão. A grande diferença para uma instituição privada é que nesse caso você tem instrumentos ágeis de administração. Há quatro anos começamos a elaborar o planejamento estratégico da Instituição, o que proporcionou um salto de qualidade. Tudo contou com um amplo processo de discussão. Na época discutimos muito fortemente que queríamos fazer uma missão diferente. Criamos uma missão que começa pelo compromisso da Instituição. Um compromisso com a melhoria da qualidade de vida da população brasileira. Em qualquer atividade do Instituto, a primeira pergunta é: qual o benefício que isso traz para a população brasileira? Antes de definirmos a missão e os objetivos permanentes o Instituto não possuía um plano diretor formal. Tínhamos cerca de 200 linhas de pesquisa. Definidos missão e objetivos, verificamos de novo cada linha de pesquisa respondendo a um conjunto de perguntas. Também começamos a conversar sobre indicadores de desempenho. Aí surgiu o primeiro plano diretor do Instituto”. Roman, Edson (2001). A importância de se investir em gestão. Órbitaipen ano I, número 6. Setembro/outubro de 2001. Página 6

⁸⁹⁹ O que foi feito de Vera de Milton Nascimento. In; disco do espetáculo "Trem azul" cantado por Elis Regina.



QUADRO DE JOSEPH WRIGH (1734-1797): EXPERIÊNCIA COM UMA BOMBA DE AR. SEGUNDO ROBERT CUMMING ESTE QUADRO É UMA SÍNTESE DA IDADE DA RAZÃO E ASSINALA QUE: A LUZ NO CENTRO SUGERE QUE TODOS PODEMOS SER ESCLARECIDOS PELO PODER DA CIÊNCIA.

FONTE: ROBERT CUMMING. PARA APRENDER A ARTE. EDITORA ÁTICA. NO FINAL DESSE TRABALHO ESTAMOS CONVENCIDOS QUE O SER HUMANO, GRAÇAS À RAZÃO DESENVOLVE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ARTE SE APODERANDO DO MUNDO TRANSFORMANDO-O PARA O BEM ESTAR DELE E DAS FUTURAS GERAÇÕES.

Conclusão

O desenvolvimento nuclear brasileiro passa por um período em que busca alcançar o objetivo da independência tecnológica, tentando seguir as linhas internacionais de pesquisas do momento, abandonando sucessivamente as que vinha fazendo.

Constata-se que, por vezes com maior ousadia, a política científica do país tenta trilhar um caminho independente de desenvolvimento de tecnologia nuclear.

A dita linha nacionalista imperou fortemente na Instituição, com características próprias, até a década de noventa, desenvolvendo o ciclo do combustível nuclear. Após 1990, a chamada orientação neoliberal atuou na Instituição no sentido de terceirizar vários setores e de incrementar outros. No entanto, à parte as pesquisas que eram realizadas na área do ciclo do combustível, o Instituto continuou a tradição dos pioneiros e, finalmente, após um momento de indecisão, voltaram a desenvolver tecnologia em outras áreas.

No histórico da energia nuclear no Brasil, antes da criação do IEA, a luta pela preservação de nossos minérios foi liderada pelo Almirante Álvaro Alberto; fato amplamente estudado por outros pesquisadores. O empenho profissional dos pesquisadores da Instituição nos seus campos de pesquisa; a busca por soluções alternativas quando o meio é hostil; a luta pela implantação de um curso de pós-graduação; a preocupação com a formação de profissionais capacitados enviando-os para estudos em grandes centros nucleares; a instituição de várias linhas de pesquisas; a construção de grandes laboratórios, sendo que alguns alcançaram a escala semi-industrial e o contato dos pesquisadores com profissionais com grande experiência e cultura, chegando mesmo a interagirem com pesquisadores que obtiveram o prêmio máximo de ciência, que é o prêmio Nobel, são os resultados daquela tradição acrescida pelas características dos pesquisadores pioneiros e da origem do Instituto.

Os estudiosos da figura de Álvaro Alberto, primeiro presidente do CNPq, situam-no como um árduo defensor de um Brasil que viesse a ser desenvolvido tecnologicamente. Álvaro Alberto não propunha que se comesçassem as pesquisas na área nuclear partindo-se do zero, mas tampouco pretendia ver o Brasil numa dependência total, sobretudo de um único país. É conhecido o seu empenho para obter da Europa, quando os EUA não atendiam nossos interesses, uma ajuda no que tange à instalação de reatores de potência.

Outro acontecimento marcante na sua vida é a luta pelas denominadas "compensações específicas".

O cientista Álvaro Alberto não é o único que assume uma posição denominada nacionalista, na verdade, representava uma parcela da comunidade científica brasileira com sua cultura e interesses ligados à luta entre os diferentes setores da sociedade. As posições desse grupo, com relação ao domínio de tecnologia, repercutiram, alguns anos mais tarde, nos cientistas que vieram para, efetivamente, criar o IEA. No entanto, a semente de criação do Instituto era conflitante, de forma quase imperceptível, com o domínio de tecnologias sensíveis. Muitos dos pesquisadores iniciais não se deram conta disso e outros, mais atentos, tentaram conciliar os interesses. A situação, embora com conflitos, prosseguiu até o momento em que a capacidade em nos tornarmos auto-suficientes na tecnologia nuclear se efetivou. A partir daí a pressão aumentou e a Instituição praticamente parou as pesquisas na área do ciclo do combustível. Foi uma enorme perda para o país, mesmo que uma indústria (INB) venha a enriquecer o urânio num futuro próximo. Não obstante, ao que tudo indica, o Brasil importará o hexafluoreto. É uma situação semelhante à política de substituição de importação. Aliás, é mais complicada, pois desenvolvemos a tecnologia de produção de hexafluoreto de urânio, entretanto, poderemos chegar a até perder o conhecimento dessa tecnologia.

Paradoxalmente, toda a postura do Almirante encontrava resistência face às posições bem menos independentes para o nosso desenvolvimento tecnológico. Houve quem fosse a favor de que o Brasil concordasse totalmente com a proposta norte-americana, de entregar para gerenciamento, a um órgão supranacional, toda nossa reserva de minérios estratégicos, possíveis de serem usados como insumo para os combustíveis nucleares. Era uma segunda linha política para C&T que encontrava adeptos no país.

Lendo e analisando os trabalhos da Instituição e o que discutimos, chegamos à conclusão que o IEA e o projeto de construção de usinas nucleares, este último que já estava nas proposições do então presidente do CNPq Álvaro Alberto, se não são antagônicas, eram ao menos fruto de diferentes concepções de desenvolvimento para o país. Estas diferentes visões serão um dos agentes na direção dada ao Instituto nos seus primeiros anos de vida, e, perduram enquanto orientação institucional até os dias atuais. Por um lado, a Instituição quer desenvolver tecnologia, mas tem pouca independência para

sustentar as próprias linhas de pesquisas. O pesquisador até pode realizar uma investigação que não esteja inserida no contexto da política científica dos órgãos do governo, só que não encontra apoio financeiro. Enquanto o governo ou um setor dele apoiou as pesquisas na área do ciclo do combustível, a Instituição recebeu verbas, mas quando definitivamente esse apoio deixou de existir não foi possível prosseguir. Por alguns anos a Instituição ficou meio à deriva. Os cientistas se sentiam na obrigação de esquecer o que tinham desenvolvido, ainda que isso fosse possível.

Devemos ressaltar que, em ambos os projetos principais para o desenvolvimento da energia nuclear no Brasil, descritos no trabalho, existiam anseios, por parte das camadas dirigentes do país, bem como de sua intelectualidade, de um direcionamento do país para a "modernização" - conceito este, em si, que apresenta vários matizes.

O IEA teve sua origem, em grande parte, como reflexo da nova política para a área nuclear adotada pelos EUA - utilização da energia nuclear para fins pacíficos - em pleno processo de "abertura" para uma "liberação", por forças circunstanciais, dos avanços tecnológicos na área nuclear. O "Programa Átomos para a Paz" e o empenho de alguns jovens pesquisadores brasileiros em desenvolver as pesquisas na área nuclear foi uma das alavancas para a criação do IEA e a instalação de um reator de pesquisa no campus da USP. Realmente, a Instituição cresceu em torno do reator, mas a principal razão de sua existência, para os pesquisadores precursores, era desenvolver a tecnologia do ciclo do combustível, objetivo que era frontalmente contra a liberação da verba que lhe deu origem. A contradição era latente e mais cedo ou mais tarde acabaria por se manifestar com pressões para que as pesquisas estratégicas para o país fossem interrompidas.

Mesmo assim, era forte a corrente que preconizava um desenvolvimento que denominamos "semi-independente", pois seus adeptos não pretendiam no campo da ciência e tecnologia ficar totalmente à mercê de outros países só adquirindo equipamentos e teclando em "on" e "off". Mas também, não eram inocentes a ponto de pretenderem começar as pesquisas do marco zero. Os pesquisadores que deram início ao IEA representavam essa corrente. Eles tinham um dinamismo muito grande, uma forte capacidade de trabalho e se empenhavam com seriedade nas pesquisas, mas muitas vezes com um entusiasmo aquém das condições objetivas que os permitiriam entrar rapidamente na "era atômica".

No entanto, o Brasil teve dificuldades para se preparar para que a propalada modernização ocorresse. Nós brasileiros queremos tudo, somos capazes, e não nos adequamos para tal. É como se quiséssemos construir um lindo castelo sem sua fundação. A cultura brasileira tem uma forte tradição retórico-imediatista. Ao lado dessa característica - nos foi passada, por circunstâncias históricas -, e que contempla o nosso atraso tecnológico perante outros países, temos que arcar com as conseqüências do medo que uma área tão sensível como a nuclear desperta, não só nos dirigentes dos países como no ser humano em geral.

Não obstante, o Instituto estava tão mergulhado nas suas especificidades que não incorporou acentuadamente essa característica do brasileiro, sobretudo por estar inserido num universo especial que é o da tecnologia. Por outro lado, ocupando uma área dentro da Universidade (USP), a proximidade dos pares foi benéfica, pois não permitiu que o Instituto se isolasse completamente do resto da comunidade científica. Concomitantemente, desde seu início o aspecto de uma missão social, o abriu para um contacto comercial com a classe médica do país, mesmo que timidamente no início.

Quando não restou alternativa, no princípio dos anos noventa, o Instituto se apegou em demasia a esta missão, quase se esquecendo de seus objetivos iniciais. A característica cultural do pesquisador, no entanto, lhe impingiu uma busca que se não foi pela via nuclear, foi de toda maneira pela via tecnológica e, nesse caso, foram importantes aquelas experiências adquiridas nos anos em que adentraram no mistério da energia nuclear.

Por outro lado, existe um erro conceitual sobre tecnologia, muitas vezes veiculado intencionalmente, ou seja, só os países desenvolvidos podem e devem desenvolver tecnologia. Outros ainda pensam que devemos desenvolver somente tecnologia de ponta senão não seremos nada.

O nosso estágio de desenvolvimento tecnológico é também uma repercussão da luta sub-reptícia dessas concepções, isso ainda facilita que algumas políticas para C&T, totalmente errôneas, adotadas internacionalmente, ganhem adeptos em nosso país. Outras vezes, o uso do medo que a tecnologia nuclear desperta nos seres humanos, acaba por se manifestar indevidamente e representa uma parcela razoável daqueles que inocentemente ou não dificultam a vida do pesquisador.

Existe ainda uma outra discussão interessante sobre a questão da utilidade de investirmos em tecnologia enquanto países em desenvolvimento que, em absoluto, não está isenta de uma certa dose de ideologia do dominador face à tentativa de alçar vôo do dominado. Isso nos levou, sobretudo, fazendo-se sentir no período estudado, a opções cegas na hora de decidirmos nossa política científica e tecnológica – comprar o equipamento que tem a tecnologia embutida, mas não é a tecnologia ou perder um certo tempo desenvolvendo a tecnologia no país.

Sem o apoio governamental não conseguimos desenvolver tecnologia. Por isso, parece estranho que o IEA tenha continuado suas pesquisas, mesmo quando o país optou por comprar, em um pacote fechado, os reatores de Angra. Uma parcela da sociedade brasileira, no caso um setor das forças armadas, pensava de forma diferente e anos mais tarde investiu no projeto entre o IPEN e a Marinha. No decorrer do trabalho fizemos um paralelo com outro setor da sociedade e mostramos como esse problema que enfrentamos na área nuclear faz parte da vida dos brasileiros.

Somos ótimos contadores de estória, basta ver a bonita tradição popular dos “repentistas”, que contam nossa história, mas a história de C&T deve ser feita com análises e precisa de substantivos concretos.

Não nos faltam exemplos: nos anos 30 do século XX, o governo Vargas considerava que o maior problema econômico do Brasil era a falta de uma siderurgia nacional para que pudéssemos, além de explorar as riquezas naturais do país, sobretudo o ferro, também produzir artefatos de ferro. Não discordamos dessa posição, no entanto, só isso não bastava, pois não se pode conceber a indústria siderúrgica como produção sem pesquisa. Em 1931, uma série de medidas foi tomada visando a um Estado Moderno, sem que se contemplasse um dos pilares que sustentam essas medidas que são as C&T. Essa é uma tradição que precisa ser rompida, não é uma novidade, mas será quando deixarmos de ficar somente no mundo das boas idéias.

Iniciamos na contramão o processo de modernização no caso da área nuclear. Criavam-se comissões para realizar estudos técnicos de implantação e desenvolvimento,

elaboravam-se leis, estatutos e outros. No caso da criação do IEA, foi diferente. Ele foi criado em torno de uma máquina (reator) que ainda hoje é uma das maiores no país.

No início dos anos quarenta, a discussão sobre a área nuclear, no Brasil, embora tocasse a questão de produção de energia, girava principalmente em torno dos minérios considerados radioativos. Não houve suficiente vontade política para viabilizar os projetos na área nuclear.

Seja na indústria, nas universidades, nos institutos de pesquisas deveríamos nos preparar com antecedência para que as pesquisas e os desenvolvimentos tecnológicos pudessem ser realizados sem uma grande dependência de insumos e equipamentos, vindos de fora do país e que se transformassem em processos, produção industrial, etc. Isso é importante não só pela economia de divisas como também para não sermos constantemente bombardeados pelas pressões externas. Isso ocorreu diversas vezes durante nossa história, inclusive quando pensamos que iríamos alcançar a industrialização via política de substituição de importação.

Um caso marcante, na área nuclear, é o fornecimento de urânio enriquecido para os nossos reatores de pesquisa e potência. As experiências de várias décadas não serviram para que aprendêssemos que devemos nos preparar anteriormente quando pretendemos abrir caminhos para a faceta do desenvolvimento via tecnologia, que sabemos não ser a única, mas sim essencial. Outro desvio, que dificulta muito nossa inserção no mundo desenvolvido tecnologicamente, é confundir desenvolvimento com equilíbrio da balança de pagamento, restringindo as importações, incentivando as exportações, principalmente de produtos agrícolas e não incentivando a produção do que deveríamos comprar fora do país.

Alguns governos até que se preocuparam com medidas de cunho social, mas não foram muito enfáticos em promover de fato o desenvolvimento via ciência e tecnologia pelo próprio caminho. Outros só promoveram uma política monetária e outros se esqueceram que apenas C&T não bastam para o verdadeiro bem estar da humanidade.

Vimos, durante nossos estudos, várias medidas na área nuclear que não vingaram porque acabaram ficando esquecidas no papel por longo tempo. A questão da aquisição de um reator se arrastou por mais de uma década e é um caso típico do que estamos falando.

Outro exemplo que foi bem estudado por outros pesquisadores foi o da criação do CNPq, demonstrando que o IPEN não é uma exceção. Internamente as instituições mimetizam esse comportamento da política adotada para C&T no Brasil. O IEA está inserido nesse contexto.

No meio da década de 70 vimos o esforço despendido, por nossos pesquisadores do IEA, correr o risco de abandono quando o governo toma a decisão de comprar uma usina totalmente pronta, a despeito do posicionamento contrário da opinião pública, sobretudo da comunidade científica.

Não sabemos efetivamente se o IEA foi consultado e até questionamos no texto a razão de tal procedimento adotado pelo governo Geisel. Porém, pela posição nacionalista dos pesquisadores e a orientação das pesquisas, podemos dizer que sem se manifestarem abertamente, o fizeram na prática. Uma pesquisa própria foi desenvolvida, de forma acadêmica em primeiro lugar e depois de forma mais voltada para a independência tecnológica do ciclo do combustível. A tecnologia foi desenvolvida. Os fatos o comprovam. A Instituição foi fundamental para que isso ocorresse. A implantação, a oferta no mercado ficou nas mãos do Governo Brasileiro.

Ficou dessa experiência a confirmação da teoria de que a transferência de tecnologia, sobretudo em assuntos estratégicos como no chamado ciclo do combustível, não pode ser encarada de forma simplista, com o risco de nos endividarmos e ficarmos dependente do país que a desenvolveu. Assim, como uma vez mais confirmou o modelo SMT.

Podemos destacar como positivo o aproveitamento de recursos humanos, graças ao treinamento de alguns pesquisadores do IEA e de outras instituições brasileiras que foram enviados para fora do país no acordo Brasil-Alemanha e da pós-graduação implantada no IEA. Após os anos noventa, esses pesquisadores não puderam, praticamente, exercer as atividades para as quais foram treinados.

A década de 1980, quando foi iniciada a segunda etapa da busca do domínio do ciclo do combustível, representou o primeiro apogeu do Instituto. Nessa oportunidade foram usados muitos dos conhecimentos adquiridos pelos pesquisadores do IPEN. Isso é uma glória para

o pesquisador, mas para o país precisávamos ir mais longe. Esse foi um projeto que teve, até o Governo Collor, um grande apoio pela enorme verba disponível, que logrou alguns feitos como o domínio da tecnologia de enriquecimento do urânio, com a construção do Centro Experimental de ARAMAR pela Marinha do Brasil e que capacitou os pesquisadores brasileiros que estavam envolvidos no projeto. Um patrimônio científico foi sedimentado.

Naquela época, início de 1980, o programa nuclear brasileiro passou a ter um caráter mais marcadamente militar, uma vez que o setor nuclear ficou então subordinado diretamente ao Gabinete Militar da Presidência da República. Essa parceria com as forças armadas não foi aberta e democraticamente instituída, uma vez que estávamos inseridos num regime militar.

Na década de 1990 a falta de uma política de longo prazo e de um modelo de desenvolvimento via C&T ocasionou um total desprestígio da área nuclear, não só para a área do ciclo do combustível. Este descaso ficou evidenciado pela escassez de recursos alocados para os centros de pesquisa nucleares.

A estratégia para uma área de pesquisa é importantíssima. Seguidamente ouvimos falar que não tínhamos um Programa Nuclear Brasileiro e sim áreas de atuação ligadas aos interesses militares e subordinadas à Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), um programa de controle e fiscalização subordinado à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e um programa de geração de Energia Elétrica subordinado às Centrais Elétricas Brasileiras-Eletróbrás, todas distanciadas e sem coordenação entre si.

Isso vem contrastar com o fato do IEA/IPEN ter conseguido, por quase quatro décadas, manter uma linha de pesquisa estável a despeito das divergências e orientações governamentais e das pressões externas. Por outro lado, entre 1970 e 1990, a Instituição se isolou e não conseguiu trocas de experiências de maneira generalizada e aberta com o resto da comunidade científica do país. A Instituição marcadamente tem a sua própria cultura, a sua voluntariedade, mas não pôde enfrentar as pressões ocorridas após 1990 por parte (visível) da direção do país. Tanto é verdade que, no nosso entender, a mais importante conclusão desse trabalho é que a Instituição não quis participar do acordo com a Alemanha, pois estava desenvolvendo a tecnologia do ciclo do combustível

independentemente. Todas as fontes nos levaram para essa conclusão. Os caminhos são intrincados, e não são desenhados somente por retas. Existe pelo menos um ponto singular.

Mesmo os Institutos de Pesquisa da CNEN procuraram encontrar caminhos próprios de atuação quase sem interação entre si. Cabe explicitar, que mais uma vez, graças aos esforços caracterizados por uma cultura de ir atrás dos seus interesses, os grupos mais dinâmicos, fizeram projetos em comum, que não só trouxeram recursos financeiros para os Institutos, como também bens sociais para a comunidade envolvida.

Um dos exemplos foi o estudo do impacto ambiental na região de Araxá, em consequência das atividades de extração de minérios pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM). Este estudo foi realizado na década de noventa (desde 1992), pelos grupos de Proteção Ambiental do IPEN e do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em parceria com a CBMM, no entanto, este exemplo, assim como outros já citados durante o trabalho, não estavam inseridos num contexto geral. A Instituição patinava.

A procura por soluções alternativas com flexibilização adequada dará ganhos à sociedade, pois estaremos mais livres das forças e outros interesses que não aqueles realmente importantes para o nosso país. O Brasil se preocupa muito amiúde em demonstrar que é capaz, mas nesse momento realiza muito pouco porque se perde em divagações.

O desenvolvimento de tecnologias seria uma das soluções para reduzir a pobreza e a desigualdade no país, desde que medidas políticas o viabilizasse. Não é um sonho impossível, principalmente quando analisamos nossa história e observamos nossas potencialidades. Aliás, não é um sonho para nenhuma sociedade, pois os seres humanos são sempre potencialmente criativos e estão sempre buscando soluções para seus problemas.

A condução da política para o setor nuclear poderia ter sido mais enfática, e ainda, constatamos, com pesar, que o imediatismo por parte do Governo e a falta de uma visão que acaba favorecendo o setor econômico, conduziu-nos a uma situação cada vez mais

defasada, em termos de ciência e principalmente em termos de tecnologia, em comparação com os países do primeiro mundo.

Também delegamos uma maior responsabilidade ao Estado, uma vez que dentro da estrutura brasileira esse é o maior responsável em promover as pesquisas. Esta última asserção é fundamentada na observação de que o setor privado, pela sua própria característica de visar lucro, não tem interesse em investir maciçamente em ciência e tecnologia sem retorno imediato e algumas vezes duvidoso - não poderia ser diferente dentro do sistema capitalista e ainda mais para países que não são o centro do capitalismo.

O que realmente constatamos é o desempenho individual dos Institutos de Pesquisa e das Universidades, muitas vezes em situações precárias com falta de verba, pouco incentivo e políticas desfavoráveis para desenvolver ciência e tecnologia no Brasil.

Na história do país temos exemplos que podem corroborar a idéia de que somos capazes e, quando bem orientados, alcançamos o objetivo procurado. O pró-álcool, a despeito do atual abandono e envolvimento no passado de fortes subsídios do Estado aos usineiros (forte interesse econômico), foi uma conquista tecnológica e representou uma política sensata que foi implementada no momento em que enfrentávamos dificuldades com a importação do petróleo. De repente, foi “esquecido” por uma década, voltando a ganhar um pouco de incentivo no início do século XXI.

Outro fato recente e importante a ser realçado e que advém da política de contenção, começada no Governo Collor de Mello e sustentada ainda no governo de Fernando Henrique Cardoso, é a perda dos nossos pesquisadores. Os desenvolvimentos das ciências e tecnologias nucleares se processam quase que exclusivamente na CNEN sede e seus Institutos. Muitos dos servidores da CNEN estão se aposentando sem uma renovação de quadros e os mais antigos são aqueles que participaram do desenvolvimento científico e tecnológico aqui relatado. Aqueles poucos que entraram para o quadro de pesquisadores nos últimos tempos encontraram a Instituição já mudada e pesquisando em outras áreas que não a do ciclo do combustível. Uma parcela dos profissionais do IPEN não está trabalhando em áreas ligadas diretamente à energia nuclear ou mesmo de tecnologia de reatores que no passado foi uma das razões da criação do IEA. A idade média dos

pesquisadores, atuando na área de engenharia nuclear, estava entre 41-45 anos em 2000, e praticamente não existem pesquisadores com menos de 30 anos.

Ainda, considerando que praticamente a totalidade dos especialistas nos Institutos da CNEN têm um período de serviço maior do que 20 anos, em poucos anos estes Institutos serão esvaziados, trazendo, como consequência, uma perda de 50 anos de conhecimento técnico-científico no campo nuclear.

Concluimos, nesse trabalho, que as áreas, como meio ambiente em geral, biotecnologia, pesquisas com lasers, química convencional, são importantes e a Instituição não deve ficar à margem dessas pesquisas, elas representam a nossa capacidade, são áreas de excelência, com pesquisadores altamente capacitados. Outrossim, não devemos mudar drasticamente e deixar de pesquisar na área mais específica da tecnologia nuclear. Mesmo que chegássemos à conclusão que não devemos, no momento, produzir energia via reações termonucleares, precisamos nos preparar para o futuro, e não deixar que o que já foi feito se perca.

Após nossos estudos, mais do que nunca percebemos que um Instituto de Pesquisa como o IPEN deve se preocupar com o social, mas não é somente um prestador de serviços. Somos a favor de aumentarmos o fornecimento de radioelementos que serão usados em benefício da população, mas isso não significa que não tenhamos claro que nessa nova orientação encontra-se uma "reorientação" dos principais objetivos da Instituição: inicialmente pesquisa e agora prestação de serviço.

Conclui-se também deste relato, que as autoridades encarregadas do campo técnico-científico deveriam ser mais conscientes dos conhecimentos do quadro de especialistas disponíveis no país, convocando-os para resolver os problemas tecnológicos. Isto resultaria em menores custos do que aqueles gastos com os acordos internacionais que são quase impossíveis de serem cumpridos e sofrem as intempéries internacionais do momento.

Neste cenário o desafio que temos é integrar uma política de desenvolvimento tecnológico com uma política social e industrial, visando não só à modernização do país, mas o bem estar de sua população.

A maior implicação negativa das nossas conclusões fica por conta de não nos capacitarmos para posteriores pesquisas em inovações tecnológicas na área nuclear e acabamos perpetuando a defasagem tecnológica.

Vimos, segundo a metodologia adotada (SMT), que a aquisição de tecnologia como conhecimento objetivo ao ser transferida para um país só acresce seu potencial tecnológico se existirem substratos mental e técnico capazes de assimilar o novo conhecimento.

Lembremos do projeto Sonar, que foi um êxito dos nossos pesquisadores, no entanto, algumas décadas mais tarde, segunda metade dos anos cinquenta, com a criação de alguns institutos na área nuclear, até os dias de hoje, passando pela década de setenta, tentou-se desenvolver a tecnologia do ciclo do combustível no país e não conseguimos dominá-la a ponto de colocá-la à disposição do mercado - a despeito dos excelentes trabalhos da Instituição e protótipos de usinas que funcionaram no IEA/IPEN.

O IEA sempre esteve direta ou indiretamente envolvido e atuando nessa área com excelentes contribuições. Alguns dos pesquisadores que atuaram no "Projeto Sonar" trabalharam no IEA. Os substratos mental e técnico não foram suficientes para impulsionar essa nova área até a etapa final? A criatividade científica ficou a desejar ou ela sozinha é insuficiente para viabilizar um projeto até a sua execução em escala industrial?

O IEA contou com toda a infra-estrutura para o desenvolvimento, em escala piloto, do ciclo do combustível nuclear. Conseguiu realizar o empreendimento, mas não foi possível prosseguir.

Analisamos a história do IEA e esta nos indicou que existem outros parâmetros que formam hélices múltiplas com os substratos e que, se não estiverem conectados por eixos firmes não tem motor que os faça funcionar corretamente. Caso não fosse assim como explicar acontecimentos onde claramente estão presentes os substratos mental e técnico, e os pesquisadores rodopiando em torno de uma idéia fixa demoram em se desvencilhar dela. O caso da descoberta do nêutron no núcleo atômico é um exemplo espetacular, onde a equipe altamente preparada, bem dirigida por um excelente e lúcido físico que era Rutherford, respirando ciência todos os minutos de sua vida, em um excelente laboratório e

com os equipamentos mais modernos levou anos até que Chadwick fizesse a melhor suposição.

As condições objetivas dentro e fora do país, a cultura dominante na sociedade, a política científica, as especificidades do Instituto e outros fatores influenciaram os caminhos percorridos para se desenvolver ciência e tecnologia na Instituição. Todos esses aspectos sofrem influência também do momento. Ora um ora outro aspecto assume um papel principal, em uma dada situação, muito embora exista a predominância ao longo da história do país de um aspecto mais geral. Por conta disso foi importante que a análise de cada um deles fosse enfocada nos primeiros quatro capítulos.

No caso da área nuclear, no Brasil, compramos, nos anos oitenta, um reator de potência, mas não tínhamos a tecnologia para produzir o combustível que ele necessitava para operar se não fosse os pesquisadores do IPEN que prosseguiram com as suas pesquisas.

Paralelamente, o grupo de pesquisa da Marinha, juntamente com pesquisadores do IPEN (antigo IEA), se envolveram seriamente em um projeto visando à produção de urânio enriquecido. Este projeto pretendia alcançar a escala industrial e na sua primeira etapa - escala de protótipo - alcançou êxito. A Marinha tem condição de construir as ultracentrífugas e enriquecer o urânio.

Anteriormente, no caso do reator IEA-R1, segunda metade dos anos cinquenta, tivemos problemas com o fornecimento do combustível para operá-lo. Em um mesmo país, em um intervalo de tempo de três décadas, duas situações parecidas para o fornecimento do combustível nuclear de nossos reatores, mas na essência diferentes. Na primeira ainda não tínhamos desenvolvido a tecnologia.

A política científica e tecnológica da Instituição, embora estivesse inserida em uma política mais geral da esfera governamental, conseguiu até os anos noventa, manter uma certa independência no que tange às áreas das pesquisas do ciclo do combustível, com exceção, das pesquisas para a área de reprocessamento e a de reatores de potência.

A exceção acima nos parece clara, pois essas pesquisas demandariam muito mais verba e o IEA/IPEN não tinha infra-estrutura para continuar nesse rumo. Ao mesmo tempo,

como já escrevemos, um dos setores do país tinha interesse e força para permitir que o restante das pesquisas na área do ciclo prosseguisse até os anos noventa.

Quando a Marinha veio mais tarde a ocupar o sítio da Instituição, assim como a trabalhar junto aos seus pesquisadores, nos parece que os militares estavam acompanhando o desenrolar das pesquisas realizadas no IEA/IPEN com relativa antecedência. Algumas cartas trocadas entre pesquisadores e o superintendente nos confirmam que o tema vinha sendo gestado com cuidado e interesse.

Quando os militares, de países como o Brasil, começam a perder prestígio não houve mais como sustentar o prosseguimento "teimoso" dos pesquisadores da Instituição na área nuclear.

Usa-se, também, uma justificativa de que a área nuclear está em descenso, mas nos parece que, caso essa fosse a verdadeira razão, já na década de oitenta, a Instituição teria parado as pesquisas na área do ciclo. Justamente é nesse período que, em parceria com a Marinha, se “fecham” as pesquisas com o domínio da tecnologia de enriquecimento, no entanto, de que adiantaram tantos anos de trabalho, investimentos e formação de pessoal se o mesmo não foi efetivamente repassado para a indústria. Esperamos que nos próximos anos isso ainda possa vir a acontecer. Ainda assim, plagiando o poeta Vinicius de Moraes, de tudo fica um pouco.

Hoje, discute-se muito sobre inovação, mas a difusão e a comercialização de tecnologias desenvolvidas não é o principal papel do IPEN. A instituição deve formar pessoal que até vá para a indústria, mas não deve exercer a função que cabe a essa. Dentro desse quadro podemos dizer que a Instituição foi vitoriosa ou derrotada? Antes de respondermos vamos acrescentar alguns comentários que falam por si só. Não podemos ser maniqueístas em nossas respostas.

Culturalmente, não cansamos de repetir que a Instituição é combativa, e assim sendo deu uma guinada de 180 graus, aproveitando a competência adquirida para injetar esforços em outras tecnologias também importantes. Queremos aqui expressar duas facetas de um mesmo procedimento que terminamos por concluir.

A segunda e a terceira gerações que seguiram os precursores continuam atuando na Instituição, seja orientando ou ocupando postos-chaves na direção do IPEN, da CNEN e de outros institutos ou órgãos ligados a C&T.

Isso é excelente, pois não se despreza nenhuma competência adquirida ao longo dos anos em um país. Estamos começando a perceber porque certos países dão tanta importância aos mais experientes. A nossa população está, em média, envelhecendo, segundo dados do IBGE, que são expostos todos os anos e devemos aproveitar suas experiências.

Desde o início propondo uma hipótese e negando-a, incorporávamos uma nova que não era mais a mesma, mas também não era a negação da primeira. No decorrer das reflexões, os nomes dos pesquisadores citados foram praticamente os mesmos. Teríamos muitos comentários e trabalhos ainda para discutir, mas a essência seria a mesma, tanto a linha de pesquisa quanto o nome do pesquisador. Embora tenhamos pesquisadores jovens, a maioria como bolsistas, e alguns contratados, eles não estão assumindo a direção nem dos projetos e nem do Instituto. Não estão sendo preparados. Temos também alguns centros de excelência no Instituto, trabalhando como ilhas, pois a cultura da Instituição sendo de entusiasmo reflete nos grupos individualmente. Ainda, a enorme quantidade de temas e de áreas de pesquisas acaba dificultando uma maior interação, sobretudo porque a tradição autoritária, ainda tem seus efeitos na Instituição e impregnou nosso ambiente nos impedindo maior interação, no entanto, a tendência é de abertura, pois a interdisciplinaridade é cada vez mais necessária nos obrigando a trabalhar em parceria. Temos que nos integrar e nos tornar cada vez mais sociais em C&T.

A direção do Instituto tenta agilizar, à parte qualquer orientação da CNEN ou do ministério no qual estamos inseridos, do ponto de vista administrativo (para facilitar o contacto com os clientes e ter um nicho próprio de atuação) o uso das verbas para os trabalhos. Já não se trata de pedir ao superintendente autorização para comprar um equipamento como nos primeiros tempos.

Resumindo, a Instituição teve três momentos. Começou com os pioneiros que trabalhavam com física nuclear, e a despeito do Programa Átomos para a Paz, investiram

tempo, estudo e dedicação ao desenvolvimento do ciclo do combustível com muito entusiasmo, mas de uma maneira primordialmente acadêmica.

Depois da assinatura do projeto Procon, iniciou-se uma segunda fase que se sedimentou com a parceria com as Forças Armadas, principalmente a Marinha do Brasil. Essa parceria deu frutos, capacitou ainda mais os pesquisadores e alimentou os sonhos de tornar o Instituto um grande Centro de Pesquisa na área nuclear. Os pesquisadores da Instituição, principalmente aqueles que tiveram suas atividades em comum com a Marinha, sofreram uma mudança cultural que os deixou mais propensos à organização, ao cumprimento de prazos, e ao controle de qualidade. O entusiasmo dos pioneiros que foi transmitido de professor para aluno não deixou que a Instituição se abatesse após o término da parceria.

Veio a terceira fase, a Instituição perdeu seu grande cliente, que era o Estado. Alguma atitude teria que ser tomada. Houve um direcionamento para múltiplos clientes em áreas diferenciadas. Isso só pôde ter sucesso porque ocorreu um aprendizado que não se perdeu, que passou de geração para geração, sendo acrescido a cada nova experiência. O desenvolvimento do ciclo do combustível foi repassado para a Marinha, mas as pesquisas deveriam ter continuado na Instituição. Isso foi uma perda irreparável.

Por fim, ficou demonstrado que o substrato mental da Instituição, que foi o nosso ponto de partida, é transmitido por herança cultural dentro da comunidade e, portanto, diz respeito a toda a sociedade, é o seu patrimônio que não pode ser perdido.

Considerações finais

Infelizmente a Instituição não preservou os seus documentos originais desde a sua criação, utilizamos as séries de publicações IEA e IPEN que nem sempre revelaram a interface entre as medidas governamentais e a atuação da Instituição. Muitas vezes pudemos, através dos depoimentos dos pesquisadores, apreender o que ocorreu, mas nem sempre isso foi possível. Alguns pesquisadores não dispunham de tempo para dar o seu depoimento e adiavam a entrevista. Chegou um momento em que não podíamos mais prosseguir, pois o prazo para a entrega do trabalho estava acabando. Teríamos, ainda, que percorrer diferentes instituições e varrer os seus arquivos. Pretendemos pesquisar na CNEN e o CNPq - duas Instituições extremamente importantes para a história do IEA/IPEN. No entanto, não tivemos tempo, pois como pesquisadores, na ativa do IPEN, dedicávamos tempo integral para essa atividade. Nesse caso não tivemos condição de pesquisar em outras instituições, pois já se encontravam fechadas.

A pesquisa foi realizada, na maior parte do tempo, durante a semana, no período noturno, e nos fins de semana com exceção do último ano em que nos foi concedido tempo integral para o trabalho⁹⁰⁰. Outra complicação para a pesquisa foi a dificuldade de encontrar as informações para o período de trabalho com a Marinha, pois a maioria delas não são abertas para o público. Tanto na época, como hoje, alguns pesquisadores ficam com receio de dar o seu depoimento mais aberto.

Percebemos, também, que o tema é complexo e que apresenta muitos caminhos com desvios importantes. Tivemos que nos limitar àqueles que tiveram maior participação dos pesquisadores da Instituição e que foram o ciclo do combustível e a produção de radioisótopos. Infelizmente, alguns temas importantes terão que ser pensados para outro trabalho. Um exemplo é a história da proteção radiológica na instituição e no mundo. Outro extremamente importante é o desenvolvimento dos trabalhos e pesquisas do grupo que trabalha na física nuclear e na antiga radiobiologia. Gostaríamos de acrescentar, nessa conclusão, que as “nossas visitas” às publicações IEA/IPEN - como se fossem as vértebras

⁹⁰⁰ Agradeço, mais uma vez, a colaboração dos amigos Afonso Rodrigues de Aquino e Martha Marques F. Vieira que fizeram a minha parte do trabalho e a compreensão do Doutor José Roberto Rogero para que isso se efetivasse. Isto reflete novos tempos na Instituição que tanto falamos no texto.

de uma coluna espinhal - não foram meros acidentes de percurso⁹⁰¹. Também queremos de esclarecer que, ao contrário do que se pensa, não é a informática e a "internet" que nos conecta realmente. O que chamam de globalização é o mercado de capitais⁹⁰² fluindo no mundo com o facilitador de agentes tecnológicos acelerando o processo e as instituições correndo como o "Coelho" da "Alice no País das Maravilhas"⁹⁰³. Temos que avançar, sabendo o que realmente queremos e com que finalidade.

A nossa inserção, como uma economia periférica, no sistema de divisão internacional do trabalho dá uma característica especial aos nossos institutos de pesquisas tecnológicas. Seria interessante, no futuro aprofundar o tema e estudar se houve algum reflexo mais crítico para as atividades do IPEN. Esta pesquisa seria um outro trabalho, pois exigiria uma reflexão em torno dos momentos que o país se preocupou em produzir para consumo interno e quando se preocupou em exportar e em quais recursos produtivos. Partiríamos das análises de Celso Furtado⁹⁰⁴.

Em árduas negociações entre Estados, instituições, laboratórios, cientistas, a melhor forma de fortalecer um Estado, instituições, é ousar pensar e agir "suportado" por princípios de ética, tecnologia, ciência etc. Esta ética, não será aqui discutida em detalhes, pois não seria do nosso escopo, mas basta salientar que tem que estar voltada para a felicidade do ser humano a médio e longo prazo. No mínimo, não podemos ser felizes

⁹⁰¹ Tentamos mostrar que todos os problemas do mundo são como uma mãe e o seu bebê uterino. Este último não sobrevive sem o cordão umbilical. Um problema alimenta o outro e uma vitória alimenta a outra. Está tudo conectado: ciência, tecnologia, economia, estruturas sociais, arte, até o "ego" humano.

⁹⁰² "Somos contra o mercado puro e simplesmente? Não. Questionamos esse tipo de mercado, aquele predominante hoje, que é o mercado de corte capitalista. O mercado é muito mais que o sistema capitalista, pois ele já existia antes dele. O mercado é uma realidade humana eminentemente social. Talvez hoje seja a realidade central do mundo. As relações de mercado são sociais que regem a produção, a distribuição e o consumo de bens e serviços. Pelo fato de ser constituído por relações sociais, o social, e não o individual, deveria ocupar a centralidade do mercado. O que deve comandar as prioridades e orientar a lógica de sua realização histórica não são as demandas do próprio mercado, quase sempre artificiais, visando unicamente ao lucro, mas as necessidades da vida humana em sua concretização, que é sempre material, pessoal, social, cultural e espiritual. Talvez a crise mundial gerada pela pobreza de 2/3 da humanidade e pelas próprias contradições decorrentes da concorrência sistêmica obrigue as nações centrais a reorientarem suas políticas de produção de tecnologia e a submeterem o mercado a certos controles que impeçam o desmonte de economias operadas pelos capitais voláteis. Essas medidas devem possibilitar a preservação das culturas dos vários povos, com suas diferenças também no processo produtivo e nos níveis de consumo (...). Boff, Leonardo (1999). Ética da vida. Letraviva, página 88-89.

⁹⁰³ "(...) Assim meditava ponderando (...) quando de súbito um Coelho Branco de olhos róseos (...) Não havia nada de tão extraordinário nisso; nem Alice achou tão extraordinário ouvir o Coelho murmurar para si mesmo: - Ai, meu Deus!, meu Deus! Vou chegar atrasado! -(quando pensou nisso bem mais tarde, ocorreu-lhe que devia ter se espantado; na hora pareceu-lhe muito natural!1)". Lewis Carroll, Aventuras de Alice no país das maravilhas, Summus editorial, sexta edição, tradução de Sebastião Uchoa Leite, p. 41. Será que muitas vezes também não deixamos de espantar-nos com os "coelhos" que nos deparamos na vida.

⁹⁰⁴ Celso Furtado (2000) faz uma análise e síntese olhando a dissemetria no processo de transformação no seu livro Introdução ao desenvolvimento. Enfoque histórico-cultural. Rio de Janeiro. Paz e Terra. Terceira edição.

enquanto os poetas⁹⁰⁵ "cantarem"⁹⁰⁶: "Tem gente com fome no mundo". Isto é inaceitável. Também gostaríamos de pesquisar mais diretamente o papel do desenvolvimento tecnológico para o bem estar humano em um país com as características do Brasil.

A questão também não é de provar a superioridade econômica e tecnológica de um Estado. A proposição é: devemos desenvolver ciência, tecnologia, devemos nos apoiar naqueles que por condições históricas estão mais à frente, desde que isso não implique na nossa autonomia.

Não somos, sem hipocrisia, a favor do discurso do "vencedor" ou do "vencido". Não somos adeptos daqueles que afirmam que não precisamos de "alta tecnologia" pois temos outras questões para nos preocuparmos. Não temos prurido de realizarmos pesquisas em setores que não são de "ponta" ou de pesquisar o já pesquisado. Tudo é uma questão de equilíbrio entre o que deve ser feito e o que podemos, momentaneamente, fazer. Não podemos é ficar parados. Esta seria uma outra linha de pesquisa. Também, não optamos por defender que, no conceito amplamente usado no trabalho - país desenvolvido -, esteja embutido questões de relatividade. Acreditamos que outra análise deve ser feita, ou seja, devemos analisar as questões que nos fizeram "avançar" ou "estagnar"⁹⁰⁷.

Temos que pensar que, se hoje não podemos ainda construir um acelerador linear do porte daquele instalado em Genebra, na Suíça - que realiza pesquisas de "física avançada" - , por questões econômicas e tecnológicas (questões práticas e reais), devemos desenvolver outros mais modestos e operá-los. Se não foi possível, na década de setenta, construir um reator de potência e se a opção escolhida não foi a mais acertada, devemos rever o que foi feito, e prosseguir. O interessante é que não basta ser desenvolvido tecnologicamente para sermos civilizados. Fosse isso e a Alemanha da década de quarenta não teria participado do maior holocausto do século XX, os EUA não teriam usado a bomba nuclear em Hiroshima e Nagasaki, e infelizmente não se teria falado em vingança ao atentado no que acreditamos ficará conhecido como o evento "World Trade Center" do século XXI. Afirmamos que esse trabalho de tese foi além do seu escopo inicial quando acabou querendo mostrar que não podemos ficar desencantados com os nossos desvios (enquanto Estados, instituições,

⁹⁰⁵ Francisco Solano Trindade, "Tem gente com fome no mundo". In Folha de São Paulo, p. E1 do caderno "Ilustrada" em 15/09/2001.

⁹⁰⁶ Cantarem: A dura realidade e não apenas por esforço poético.

⁹⁰⁷ Essa análise, além de esclarecer o porquê de tal ou tal caminho, nos encaminha para as soluções e mesmo afaga o nosso "ego", no bom sentido, para que possamos prosseguir com as forças renovadas.

seres humanos), de uma ética humanista e que é justamente do debate que surgirão os novos caminhos. No decorrer do trabalho ocorreram muitos acontecimentos desagradáveis na vida da humanidade que nos abalaram como o atentado de 11 de setembro, a guerra entre os EUA e o Afeganistão, a guerra declarada contra o Iraque com suas conseqüências nefastas até os dias de hoje, a morte de homens no submarino russo, a explosão do nosso foguete na costa nordeste do país, um aumento considerável da violência no campo e nas áreas urbanas, vinda a público de uma série de ações corruptas no nosso país, etc.

Chegamos a vacilar sobre a validade de estarmos tão preocupados com o desenvolvimento de ciência e tecnologia, muito embora não tenhamos efetivamente desanimado. A divulgação dos malefícios que ocorrem na nossa civilização é enorme e os benefícios ficam muitas vezes apagados.

O trabalho foi realizado com muita alegria⁹⁰⁸. Sabemos que, muitos daqueles que não pertencem à Instituição, eventualmente, poderão nos questionar por que, no entender deles, fomos suaves nas nossas reflexões. Outrossim, aqueles outros que pertencem à Instituição, e vivem ou viveram seus dias labutando em seu interior, poderão, nos indagar se não fomos rígidos na nossa análise. Deixamos registrados, mais uma vez, para reforçar, que não nos compete fazer um julgamento do que é certo ou errado. O nosso intuito é refletir á luz da história da ciência, tecnologia e cultura brasileiras, usando uma metodologia. Procuramos ser fiéis aos nossos objetivos e esperamos tê-los alcançado.

Nesse mesmo intervalo de tempo, tivemos amigos que foram salvos pela ciência e tecnologia, outros de quem nunca ouvimos falar também foram salvos, o controle da epidemia na Ásia que se fosse no século passado teria matado milhões de pessoas, milhares de pessoas estão sentadas, agora, em frente do seu micro, escrevendo cartas, trabalhos

⁹⁰⁸ Na nossa experiência do dia a dia alguns mais do que outros exercem influência no nosso modo de perceber o mundo. Queremos deixar, nem que seja em uma nota de rodapé alguns agradecimentos por estarmos tendo a oportunidade de fazer este trabalho. Ressaltamos a enorme influência que teve para nossa vida profissional e mesmo pessoal as conversas com o professor Dr. Simão Matias. Foram anos que ajudaram nossa formação humanística. Aproveitávamos das discussões entre aquele e Hélio Julio Gordon, refletíamos e lançávamos perguntas que iam surgindo no infindável mundo do conhecimento. Tentávamos fazer um elo entre o aprendizado da semana, já pesquisando no IEA, e os fins de semana. Fazíamos algumas tímidas perguntas e considerações entrecortadas pelas instigantes provocações do professor Simão Matias que nos faziam, no dia seguinte, ler e pensar cada vez mais. Também é dessa data, ainda por influência do professor, o nosso hábito de nos deliciarmos com um cálice de vinho, que tem muito de arte e tecnologia – novamente o entrelaçamento e inseparabilidade desses dois campos do conhecimento humano. Também nos vem à memória o nosso primeiro contato com as maravilhas da tecnologia. Nosso pai, advogado e poeta, mas não por isso menos admirador dos produtos e façanhas, benéficos, advindos da tecnologia, discorria, em nossa juventude sobre balística, robótica e mesmo energia nuclear com a mesma euforia com que falava da civilização francesa ou nos ensinava os segredos do jogo de xadrez. Em contrapartida, no dia a dia quem trocava a resistência do chuveiro, fazia algumas peças de madeira usando a técnica de um marceneiro com a mesma delicadeza com que nos preparava a refeição era o elemento feminino da casa – nossa mãe. Esta, decidida e cheia de entusiasmo, nos faz lembrar os primeiros anos do IEA apreendidos nas suas primeiras publicações dos anos sessenta.

científicos, poesias, letras de música, literatura a mais variada e mesmo se distraindo, outras tantas estão protegidas contra o frio em ambientes próprios construídos pelo homem, nos hospitais os aparelhos estão trabalhando para precaver doenças que poderiam ser incuráveis, nas grandes fábricas estão sendo produzidos toda sorte de utensílios, roupas, equipamentos para o nosso bem estar etc. Estamos certos de que a "vitória" é do equilíbrio entre a razão e a emoção humana. Essa é a razão porque estamos "duramente" dividindo o nosso tempo entre os trabalhos na Instituição e a história da ciência tendo como fundo a razão humana com as suas emoções.

Finalmente, explicamos que usamos como exemplos a linguagem da poesia, da literatura, do discurso, etc porque nelas estão contidas, segundo códigos agradáveis á cultura humana, ao menos ocidental, a nossa tese e algumas vezes a antítese.

*Uma flor nasceu na rua!
Passem de longe, bondes, ônibus, rio de aço do tráfego.
Uma flor ainda desbotada
Ilude a polícia, rompe o asfalto
Façam completo silêncio, paralise os negócios,
Garanto que uma flor nasceu.(...)
É feia. Mas é uma flor. Furou o asfalto, o tédio, o nojo e o
ódio.*

*Carlos Drummond de Andrade*⁹⁰⁹.(A flor e a náusea)

⁹⁰⁹ Drummond de Andrade, Carlos.(2001). A flor e a náusea. Antologia poética. Record, página 36-37. poderíamos também recorrer a Shakespeare, William. Soneto LVI. The complete Sonnets, Songs and poems of William Shakespeare. N. Y: Cardinal edition. Pocket books, Inc., N. Y. Edited, and with introductory Notes, by Henry W. Simon (1952). Or call it winter, which, being full of care, Makes summer's welcome thrice more wish'd, more rare.

Anexos

I. Algumas considerações sobre a radiação natural⁹¹⁰

O homem sempre esteve submetido à radiação ionizante proveniente das fontes naturais de radiação. A radiação cósmica como o próprio nome já define é àquela proveniente do cosmo onde fótons e partículas provenientes das reações que ocorrem no sol, ou outras estrelas da nossa galáxia, a via-láctea, e fora desta. A radiação terrestre teve origem na formação da terra e os radionuclídeos naturais que se encontram na nossa crosta são chamados de primordiais. Esses apresentam uma meia vida ($T_{1/2}$) da ordem de grandeza da idade do universo. Ainda temos alguns átomos radioativos que se encontram no nosso meio ambiente que têm origem na interação da radiação cósmica com a matéria terrestre: ^3H , ^7Be , ^{14}C .

Aproximadamente 2/3 da dose recebida pelo homem decorrente das fontes naturais são provenientes de substâncias radioativas que se encontram no ar que respiramos, nos alimentos e água por nós consumidos. Uma pequena fração desta dose é proveniente de radionuclídeos tais como ^{14}C e ^3H - radiação cósmica. Esse efeito varia com a altitude, sendo, portanto, menor ao nível do mar e aumentando à medida que estamos mais altos em relação ao nível do mar. O restante é decorrente das fontes naturais terrestres.

As fontes de radiação terrestre mais importantes são o potássio (^{40}K), o rubídio (^{87}Rb) e as duas séries que começam com o urânio (^{238}U) e o tório (^{232}Th). Ainda temos a série de outro radioisótopo do urânio (^{235}U), mas essa tem pouca influência na exposição à radiação

⁹¹⁰ Alguns pesquisadores do IPEN desenvolveram trabalhos na área. Embora a radiação natural seja responsável pela maior parte da dose de radiação recebida pelo homem, os órgãos normativos internacionais e nacionais não elaboraram normas e padrões específicos, que limitem as doses de radiação, quando essas são provenientes de radiação natural. Quando ocorre a manipulação do meio ambiente, no caso de exploração de minas uraníferas, nesse caso a prática requer a obediência a normas específicas. Outros casos, com o consumo de águas minerais, o ato de fumar que podem eventualmente aumentar a dose média recebida pela população, não estão sujeitas às normas específicas de limitação de dose. Citamos alguns desses pesquisadores, do IPEN, que desenvolveram trabalhos visando um estudo mais detalhado sobre práticas que potencialmente podem aumentar a dose recebida pelo indivíduo do público: Perez, Ana Claudia (1999). Determinação de ^{210}Pb e ^{210}Po em tabaco de cigarros nacionais. ; Campos, Márcia Pires (1999). Torônio no ar: Avaliação da dose ocupacional. Oliveira, Joselene de (1998). Determinação dos níveis de radioatividade natural em águas utilizadas para abastecimento público no Estado de São Paulo. Aqui ressaltamos que esses trabalhos apresentam uma preocupação, tanto da Instituição que apoiou os pesquisadores assim como desses pesquisadores, de cunho social como pode ser imediatamente constatado pelo tema abordado. Também ressaltamos que essas pesquisas, no fundo, tiveram as suas raízes já nos anos sessenta com o grupo precursor da Instituição liderada por Fausto Lima. Outra marca forte desses trabalhos - o trato da interação da radiação com a matéria é proveniente do grupo inicialmente liderado por Marcello Damy de Souza Santos. Ambos os pesquisadores mencionados já fazem parte da história da Instituição e, portanto, esses trabalhos têm a marca da mesma como pode ser bem visto nos capítulos onde citamos algumas das publicações IEA/IPEN. Não é sem importância que os trabalhos citados acima de Oliveira e Campos tiveram, como orientadores, duas pesquisadoras da Instituição que tiveram a sua primeira formação nos anos setenta e oitenta nos laboratórios de radioquímica e física nuclear. Estas são respectivamente a Doutora Bárbara Paci Mazzilli e a Doutora Brigitte Roxana Pecequillo.

“sofrida” pelo homem. A maior parte da dose provém dos radionuclídeos das séries naturais do ^{238}U e do ^{232}Th .

O radônio (Rn) é um elemento químico que se apresenta na natureza na forma física de um gás. Essa apresenta dois radioisótopos que são o ^{222}Rn , produto do decaimento do ^{238}U e o ^{220}Rn produto do decaimento do ^{232}Th . Este gás radioativo e seus descendentes são uma importante fonte de radiação natural segundo estimativas publicadas pela “United Nations Scientific Committee on effects of Atomic Radiation” (UNSCEAR)⁹¹¹. A liberação de materiais radioativos devido às atividades humanas - produção de energia eletronuclear - podem eventualmente contribuir elevando os níveis de radioatividade no meio ambiente e aumentar significativamente a dose de radiação recebida pelos seres humanos.

Em um interessante estudo⁹¹² realizado (tomou o povo norte-americano como base e levou em conta várias fontes de risco, convertidas em perda de dias de vida) sobre a perda de expectativa de vida proveniente de diferentes práticas constata-se um risco muito maior por “ser fumante de cigarros, do sexo masculino” (2250 dias) do que aquele ocasionado pela “radiação na indústria nuclear” (considerando que toda a energia produzida nos Estados Unidos da América fosse de origem nuclear).

⁹¹¹ UNSCEAR. UNITED SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (1993). Sources effects and risk of ionizing radiation.

⁹¹² Cohen, Bernard L.; Lee, I. Sing (1979). Health Physics, 36, 702-707.

Anexo II

IEA/IPEN, datas, eventos e feitos – Uma cronologia⁹¹³.

Antecedentes

1933 - Temos a criação da **Diretoria Geral da Produção Mineral** (depois Departamento Nacional da Produção Mineral) com a incumbência de se ocupar da prospecção mineral no Brasil⁹¹⁴.

1934 - 15/07/1934 Getúlio Vargas é eleito Presidente da República.⁹¹⁵ É fundada a Universidade de São Paulo (USP)⁹¹⁶.

1937 – Início do Estado Novo, autoritário e que representou uma aliança da burocracia civil e militar e da burguesia industrial, com Getúlio Vargas à sua frente⁹¹⁷.

1945 – Detonada a primeira bomba nuclear, em caráter militar, no Japão⁹¹⁸. A partir deste momento, o mundo cientificou-se da força da energia nuclear. Todos os centros de pesquisa que ainda não estavam pesquisando na área começaram a se preocupar com o tema, mesmo naqueles países onde as atividades de C&T ainda eram incipientes, face ao que se desenvolvia no primeiro mundo. As Indústrias Químicas Reunidas - Orquima, localizadas em São Paulo, operam com monazita visando a produzir cloretos de terras raras e sulfato de tório⁹¹⁹. Ocorrem a deposição de Vargas e as eleições para a Presidência da República sendo eleito Eurico Gaspar Dutra que governou de 1946 a 1951⁹²⁰.

1948 - A Orquima já produzia, industrialmente, compostos de tório e terras raras⁹²¹.

⁹¹³ Nesse anexo tratamos de fazer uma descrição cronológica, sem análise, com fins unicamente didáticos para facilitar a compreensão do texto principal. Novamente tomamos como base todas as bibliografias já referendadas no texto principal e, sobretudo, os trabalhos intitulados Publicação IEA/IPEN até os anos noventa e posteriormente os informes e relatórios IPEN. Apesar de não conter análise crítica, essa cronologia referenda o raciocínio desenvolvido no corpo principal da tese. Um “olhar” crítico pode constatar a guinada ocorrida na Instituição por meio dos temas dos trabalhos e ações realizadas. Para facilidade de utilização deixaremos em negrito as datas para que sejam rapidamente localizadas.

⁹¹⁴ Os antecedentes do DNPM datam de antes de 1900. No entanto, foi importante a criação, em 1906, do Ministério dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio, na Primeira República. Ficou sob a responsabilidade deste Ministério os estudos e despachos da mineração e legislação, exploração e serviços geológicos, estabelecimentos metalúrgicos e escolares de minas. Em 1933 é que se dá a criação da Diretoria Geral de Pesquisas Científicas, vinculada ao ministério e a criação do Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil - substitui o serviço Geológico e Mineralógico – e, a criação da Diretoria Geral de Produção Mineral vinculada ao Ministério da Agricultura. A criação do DNPM pelo decreto 23979, de 08/03/34 só ocorre em 1934 sendo extinta a Diretoria Geral.

⁹¹⁵ Vargas foi eleito pelo voto indireto da Assembléia Nacional Constituinte. Fausto, Boris (1999), página 352.

⁹¹⁶ “Se o rigor da cronologia faz com que se inicie a história da Universidade de São Paulo a 25 de janeiro de 1934, quando do decreto número 6283 veio dar-lhe existência efetiva, poderíamos remontar-lhe a origem a 11 de agosto de 1827, quando se criou, juntamente com a de OLINDA, a primeira das Faculdades que a integram (...)”. Leme, Ernesto de Moraes (1954). História da Universidade de São Paulo.

⁹¹⁷ Fausto, Boris (1999), páginas 364-367.

⁹¹⁸ Hobsbawm, Eric (1996), página 34.

⁹¹⁹ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

⁹²⁰ Importante lembrar que Dutra estreitou relações com os EUA. Fausto, Boris. (1999) página 398-404.

⁹²¹ Abrão, Alcídio. Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

1951(janeiro) - Getúlio Vargas toma posse na Presidência da República (até 24 de agosto 1954 quando se suicida)⁹²². Foi fundado o Conselho Nacional de Pesquisas Científicas⁹²³ – CNPq⁹²⁴. Tinha entre os seus objetivos a função de promover, investigar e, por incrível que pareça, atuar no processo de promover a industrialização das tecnologias, na área nuclear. Ocorre a instalação do betatron na USP pela equipe do professor Doutor Marcello Damy de Souza Santos⁹²⁵.

1952 - Fundado o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) com o fito de acelerar a diversificação industrial do país⁹²⁶.

1953 - O presidente dos EUA propõe na ONU o Programa Átomos para a Paz, que foi aprovado pelo Congresso Americano e pela Assembléia Geral da ONU em 1954⁹²⁷.

1954 - Em 29/08/1954, assume a presidência da República o Vice-Presidente Sr. João Café Filho (até 11/11/1955)⁹²⁸. O General Juarez Távora foi convidado para ocupar a chefia do Gabinete Militar e a Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional que exerceu até 15/04/1955⁹²⁹. Ocorre a instalação do gerador eletrostático na USP pela equipe do professor Oscar Sala⁹³⁰. A Orquima inaugura, em São Paulo, a primeira unidade para a recuperação de urânio, na forma de diuranato de sódio, como subproduto da industrialização da monazita⁹³¹.

⁹²² Fausto, Boris (1999), página 417-418.

⁹²³ Em 15/01/1951 foi promulgada a lei 1310 (governo Getúlio Vargas) que tinha sido aprovada ainda no governo Dutra, criando o CNPq. O artigo terceiro e quinto que trata da competência do CNPq legisla respectivamente que: O conselho incentivará, em cooperação com órgãos técnicos oficiais a pesquisa e prospecção de reservas existentes no país de materiais apropriados ao aproveitamento da energia atômica e define os órgãos de formulação e controle da política nuclear que ficarão sob o controle do Estado por intermédio do Conselho de Pesquisa ou quando necessário do Estado Maior das Forças Armadas ou de outro órgão designado pelo presidente da República do Brasil (...). Cabral, Milton (1983). Página 13. Para maiores detalhes sobre a criação do CNPq ver Motoyama, Shozo (1985).

⁹²⁴ Lembremos do capítulo a “Institucionalização da ciência...” comentamos sobre as aspirações da Academia Brasileira de Ciências.

⁹²⁵ Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita (1998). Cientistas do Brasil (1998), página 517. “voltei para o instituto de Física da USP onde, entre 1945 e 1951, montei o betatron, que começou a funcionar no dia 1 de maio de 1951” Damy de Souza Santos, Marcelo entrevista publicada em: Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita (1998). Cientistas do Brasil (1998), página 526.

⁹²⁶ Fausto, Boris (1999), página 409.

⁹²⁷ Cabral, Milton (1983). Página 22-23.

⁹²⁸ Fausto, Boris (1999), página 418.

⁹²⁹ Cabral, Milton (1983), página 25.

⁹³⁰ Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita (1998). Cientistas do Brasil (1998), página 760.

⁹³¹ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

1955 – Acordo (05/08/1955) Brasil-EUA para fornecimento do combustível de um reator (urânio enriquecido a 20%) a ser instalado no Brasil⁹³². É aprovado (20/12/1955), em ata na 298ª sessão do Conselho Deliberativo do CNPq conforme Processo CNPq número 132/56, um convênio entre o CNPq e a USP para a criação de um instituto de energia atômica de âmbito nacional.

Criação do IEA – liberação da energia nuclear para fins pacíficos

1956 – Realiza-se o convênio, em 11/01/1956, entre o CNPq e a USP para a criação de um órgão de âmbito nacional para pesquisas de energia atômica para fins pacíficos. Assinam o convênio o Vice-Presidente do CNPq, professor Heitor Grillo e o Magnífico reitor da USP professor Alípio Corrêa Neto⁹³³. O professor Doutor Marcello Damy de Souza Santos (25/01/1956) consegue uma prorrogação do seu afastamento por mais oito dias (provavelmente da USP) para continuar no estrangeiro como delegado Brasileiro junto ao Congresso Internacional de Energia Atômica⁹³⁴. Juscelino Kubitschek (31/01/1956) assume a Presidência da República ficando até 1961⁹³⁵. Foi registrado (27/07/1956), no livro próprio da reitoria, à fls. 68/71, o termo do Acordo firmado entre o Conselho Nacional de Pesquisas e a Universidade de São Paulo, relativo à instalação do Reator Nuclear na Cidade Universitária, em obediência ao despacho do Magnífico Reitor, exarado à fls. 75 do presente protocolo⁹³⁶. O Magnífico Reitor da USP (19/01/1956), professor Doutor Alípio Corrêa Neto, designa os professores Doutor José de Moura Gonçalves e Francisco João Humberto Maffei para integrarem o Conselho Técnico Científico do Instituto de Energia Atômica a ser criado⁹³⁷. O Governador do Estado de São Paulo designa (22/02/1956) o professor Marcello Damy de Souza Santos⁹³⁸ para dirigir o Instituto de Energia Atômica a ser criado. Este dirigirá o IEA de 31/08/1956 até 19/02/1961.

⁹³² Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Cabral, Milton (1983). Página 32.

⁹³³ Folhas 6-9 do processo 1614/57 da Reitoria da Universidade de São Paulo. O convênio é assinado pelo Vice Presidente do Conselho Nacional de Pesquisas Heitor Grillo e pelo Reitor da Universidade de São Paulo Alípio Corrêa Neto.

⁹³⁴ O afastamento é assinado pelo Dr. Alípio (Reitor da USP) e pelo Governador do Estado de São Paulo (Jânio Quadros). No documento consta a observação que o doutor Alípio aguarda o projeto e detalhes do edifício para o reator nuclear. Reitoria da Universidade de São Paulo, folha de informação 28, processo 7201/55. O documento vem da Casa Civil do Governador, expediente número GE/7961 –55.

⁹³⁵ Fausto, Boris (1999), página 419-437.

⁹³⁶ Folha de informação rubricada sob número 80 do processo número 7201/56. Reitoria da Universidade de São Paulo.

⁹³⁷ Universidade de São Paulo, portaria número 05 de 1956. Foi publicado em 23/01/1956.

⁹³⁸ “Jânio Quadros, Governador do Estado de São Paulo, usando de suas atribuições resolve, consoante o convênio assinado entre a Universidade de São Paulo e o Conselho Nacional de Pesquisas, designar o professor Doutor Marcello

O IPEN é criado pelo Decreto Federal número 39.872 de 31 de agosto de 1956, com o nome de Instituto de Energia Atômica (IEA)⁹³⁹ e, vem desde então, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Inicialmente o IEA ficou subordinado administrativa, técnica e cientificamente ao CNPq. É aprovado (17/08/1956) o projeto do edifício do reator a ser instalado no Instituto de Energia Atômica. Em 22/08/1956 é comunicado ao Magnífico Reitor da USP⁹⁴⁰. Hoje, o Instituto ocupa uma área de 500.000 m², com aproximadamente 120.000 m² de área construída distribuída entre laboratórios, usinas, oficinas, reatores, bibliotecas e área administrativa e de laser para os funcionários⁹⁴¹. Foi fundada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (10/10/1956) no governo de Juscelino Kubitschek (Decreto 40110 de 10/10/1956, volume 30 do arquivo da CPIAN) que passa a substituir o CNPq na responsabilidade de desenvolvimento da energia nuclear no Brasil (artigo primeiro do Decreto 40110). Cabia à Comissão Nacional de Energia Nuclear, subordinada à Presidência da República, ser o órgão de política atômica em todos os seus aspectos⁹⁴². Ocorre o início da construção de edifício do reator que virá a ser denominado Reator IEA-R1. A firma Martins Engel Ltda. foi contratada para a realização das obras (escolhida por concorrência pública aberta pela Secretaria de Viação e Obras Públicas de São Paulo)⁹⁴³. Foi instalada a primeira biblioteca do IEA por iniciativa do professor Marcello Damy de Souza Santos. Esta biblioteca foi, posteriormente, ampliada por iniciativa do Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni e contou com a dedicação da bibliotecária Terezinha Arantes⁹⁴⁴ que hoje dá o nome à biblioteca⁹⁴⁵. Já temos o regimento interno do Instituto de Energia Atômica (15/11/1956)⁹⁴⁶.

Damy de Souza Santos para dirigir o Instituto de Energia Atômica. Palácio do Governo do Estado de São Paulo, 22 de fevereiro de 1956. Jânio Quadros. Publicado no Diário Oficial em 23/02/1956 DA 13".

⁹³⁹ Convênio entre o CNPq e a USP com localização em São Paulo em área para este fim designada pela USP (artigo segundo do Decreto 39.872/56).

⁹⁴⁰ Em 22/08/1956 comunica aprovação de projeto do edifício para o reator do IEA. Fls. 73 do processo 1614/56. Reitoria da USP.

⁹⁴¹ Rodrigues, Claudio; Zouain, Desirée M. (2000). Gestão estratégica no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Apresentado no Congresso da ABIPTI: Gestão de Institutos de Pesquisa Tecnológica. Fortaleza 18-20 de outubro 2000. Em 1979 a área construída em utilização do IPEN era de aproximadamente 65.000m². Informação IEA – 1, página 03.

⁹⁴² Cabral, Milton (1983), página 38. Inicialmente a CNEN foi criada como uma comissão de energia atômica junto ao CNPq. Damy de Souza Santos, Marcelo. Entrevista publicada em: Carvalho, Vera Maria; Costa, Vera Rita (1998). Cientistas do Brasil (1998), página 526.

⁹⁴³ Reator de Pesquisas (1958). Publicação IEA – 1. Página 3.

⁹⁴⁴ “É descrito o serviço de automação da Divisão de Informação e Documentação Científicas do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares desde a sua implantação até o presente. Trata-se de um sistema de automação integrado, abrangendo desde a aquisição da unidade bibliográfica, passando pelos processos técnicos e finalizando com as rotinas de empréstimos. Descreve-se a técnica de preenchimento dos formulários de entrada, a indexação, a classificação utilizada e as listagens obtidas. Finalmente, é descrita a estrutura do sistema sob o ponto de vista de computação, relacionados os programas e dada a configuração do sistema de computação”. Ferraz, Terezine Arantes; Guedes, Odete; Souza, Irene Josefa de (1979). O sistema de processamento de dados utilizado pela Divisão de Informação e Documentação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, página 1. Informação IPEN - 1. Nesta publicação (página 3-6) temos um pequeno histórico com as mudanças ocorridas desde a sua fundação em 1956. Pode-se constatar a importância dada pela Instituição para o aprendizado.

1957 - Em julho de 1957, o professor Alcídio Abrão vem trabalhar no IEA a convite do professor Doutor Walter Fausto de Lima⁹⁴⁷. No primeiro semestre de 1957 a piscina do reator ficou cheia pela primeira vez com água desmineralizada⁹⁴⁸. Em 16/09/1957, o reator atingiu a sua criticalidade, tendo sido o primeiro reator nuclear a funcionar no hemisfério Sul⁹⁴⁹ e foi inaugurado oficialmente a 25/01/1958⁹⁵⁰. Ainda ocorre o primeiro curso para a formação de técnicos em energia nuclear ministrado no IEA⁹⁵¹. Entre 1957 e 1965, segundo Alcídio Abrão, ocorrem os primeiros trabalhos com a água da piscina (hoje é feito rotineiramente pelo Departamento de Proteção Radiológica pelo MSc. Marcelo Francis Maduar, tendo à frente da chefia a Doutora Bárbara Mazzilli), controle das resinas de tratamento da água (também realizado rotineiramente pelos supervisores de Proteção Radiológica sob a chefia do MSc. Demerval Rodrigues), problemas de corrosão dos elementos combustíveis, tratamento destes elementos por meio de processos de anodização, descontaminação radioativa da água da piscina, recuperação de cézio-137, crômio-51 e iodo-132/131. Tecnologia do urânio. Análises por ativação, trabalhos na linha de radiobiologia e física médica, metalurgia nuclear⁹⁵².

1958 - Temos a publicação da Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) que revela a primeira orientação de caráter internacional, enquanto normas de proteção radiológica, e, que se tornaram vigentes após a liberação da energia atômica para fins pacíficos⁹⁵³. Estas foram seguidas por outras publicações de 1959 e mais tarde 1966⁹⁵⁴. Em 25/01/1958 ocorre a inauguração oficial do IEA com a presença do Presidente da República Juscelino Kubistchek e do Governador do Estado de São Paulo Jânio da Silva Quadros⁹⁵⁵. Ocorre a disponibilidade do reator IEA-R1 para os cursos em Energia Nuclear da Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais e para o curso de Engenharia

⁹⁴⁵ Discurso do professor Doutor Alcídio Abrão pela comemoração do 32º aniversário do IPEN, páginas 3 e 5. Não publicado.

⁹⁴⁶ Reitoria da USP folhas 92 - 99, processo 1614-57. Regimento Interno do Instituto de Energia Atômica.

⁹⁴⁷ Abrão, Alcídio. Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Cabral, Milton (1983). Página 32.

⁹⁴⁸ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

⁹⁴⁹ Reator de Pesquisas (1958). Publicação IEA – 1, página 1.

⁹⁵⁰ Publicação IEA – 1 (1958).

⁹⁵¹ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Os primeiros cursos teóricos já tinham sido montado pelo CNPq em 1955. Durante 1957 e 1958, esses cursos foram realizados sob o patrocínio da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Publicação IEA – 1, página 06.

⁹⁵² Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não foi publicado. Ver também a Publicação IEA 1.

⁹⁵³ Recommendations of the international Commission on Radiological Protection, Publicação ICRP 1 (1958)

⁹⁵⁴ Report on decision at the 1959 Meeting of the International Commission on Radiological Protection, Addendum to ICRP Publication 1 (1958 Recommendation), Publication 2, 1959. Report on decision at the International Commission on Radiological Protection (adopted in September 17, 1965). Publication 9, 1966. Ver o texto Evolução dos paradigmas de proteção radiológica. Gian Maria A. A. Sordi. Apresentado no Congresso Internacional de Irradiação Ionizantes na Indústria.

⁹⁵⁵ Reator de Pesquisas (1958). Publicação IEA – 1, página 1.

Nuclear da Escola Técnica do Exército⁹⁵⁶. Também é oferecido o primeiro curso sobre aplicação de radioisótopos à propedêutica médica (IEA e a primeira Clínica Médica da Faculdade de Medicina de São Paulo). Em junho de 1958 começam as construções dos laboratórios para pesquisas em física nuclear e de reatores, radiobiologia e radioquímica⁹⁵⁷. A primeira publicação da série que estamos usando como fonte primária denomina-se “Reator de Pesquisas⁹⁵⁸” – Publicação IEA – número 1 (1958)- e, consta na sua capa principal os nomes, do IEA, do Conselho Nacional de Pesquisas e da Universidade de São Paulo. Na contra capa da publicação encontram-se os dados referentes à estrutura do IEA. O Conselho de Pesquisa composto pelo próprio superintendente (chamado diretor na época) e que também era chefe da Divisão de Física Nuclear (Marcello Damy de Souza Santos); pelo chefe da Divisão de Física de Reatores (Doutor Paulo Saraiva de Toledo); pelo chefe da Divisão de Radioquímica (Doutor Fausto Walter de Lima); pelo chefe da Divisão de Radiobiologia (Doutor Rômulo Ribeiro Pieroni). Chamamos à atenção para a estrutura da Instituição, pois com isso podemos complementar o raciocínio feito no corpo principal do trabalho. Ainda na contra capa aparece o Conselho Técnico Científico cujos representantes são: pelo Conselho Nacional de Pesquisas os professores Doutor Luiz Cintra do Prado e o Doutor Paulo Aulus Pompéia; pela Universidade de São Paulo os professores Doutor Francisco João Umberto Maffei e o Doutor José Moura Gonçalves. Observamos aqui a forte presença da USP. Finalmente consta que a publicação foi feita sob os auspícios da Comissão Nacional de Energia Nuclear, cujo presidente, na época, era o Contra-Almirante Octacílio Cunha; do Conselho Nacional de Pesquisas que por sua vez tinha como presidente o professor Doutor João Christóvão Cardoso e vice-presidente o professor Doutor Athos da Silveira Ramos; da Universidade de São Paulo cujo Reitor era o professor Doutor Gabriel Sylvestre Teixeira de Carvalho e Vice-Reitor o professor Doutor Francisco João Alberto Maffei. Foram publicadas algumas notas sobre as possibilidades, acreditamos que teóricas, de se produzir radioisótopos para a comunidade. Publicação IEA - 2, Radioisótopos artificiais preparados com o reator IEA – R1. São publicados alguns trabalhos específicos sobre as características do reator. Também temos um trabalho teórico

⁹⁵⁶ Lembrar que afirmamos que o IEA aliou a teoria com a prática. Ver também Publicação IEA – 1 e Abrão, Alcídio: Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado

⁹⁵⁷ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Ver também Informação IEA – 1, página 2.

⁹⁵⁸ Nesta publicação que foi amplamente discutida no trabalho constam: os objetivos da Instituição, as características do reator IEA-R1, a descrição dos laboratórios, detalhes das experiências críticas realizadas, a formação de técnicos e pesquisadores, as colaborações internacionais que a Instituição prestou na América do Sul, as atividades de pesquisas que redundaram em trabalhos, outras atividades, colaborações com outros centros do país, e os projetos para 1959. Provavelmente a publicação é de 1958 ou início de 1959. Não consta quem a escreveu, mas supomos que deva ter sido o seu superintendente Doutor Marcello Damy de Souza Santos.

sobre a difusão de nêutrons⁹⁵⁹ e outro sobre os resultados preliminares da operação do reator a 5MW⁹⁶⁰.

1959 - Segundo depoimento⁹⁶¹ do doutor Alcídio Abrão deviam existir em torno de 15 pesquisadores no IEA num total de 30 funcionários. Ocorrem os primeiros estudos em escala laboratorial para a purificação de urânio no IEA, na Divisão de Radioquímica⁹⁶². Entra em operação a primeira unidade piloto (troca iônica) para purificação de urânio na Divisão de Radioquímica. Temos a primeira partida de ¹³¹I no IEA-R1, segundo discurso do Doutor Alcídio Abrão⁹⁶³, para aplicações médicas⁹⁶⁴. Desde 1959 vem desenvolvendo a tecnologia de produção de radiofármacos, radioisótopos e substâncias marcadas para uso em medicina nuclear. Em 1959 iniciou-se a produção do radioisótopo ¹³¹I, radioisótopo este utilizado em medicina nuclear. Seguindo-se a este, o fornecimento de radioisótopos para a comunidade médica continua até os dias atuais.

1960 - O IEA passa a integrar o Sistema Estadual de Ensino Superior (11/02/1960) como Instituto Complementar à USP (Decreto Estadual 36262/1960)⁹⁶⁵. Ainda estão sendo medidos alguns parâmetros do reator⁹⁶⁶ e algumas parcerias com a USP estão surgindo entre elas com o Instituto de Química da USP⁹⁶⁷ e o Hospital das Clínicas de São Paulo. O professor Damy ainda era o Superintendente do IEA. Na década de sessenta seguiram-se a

⁹⁵⁹ On the diffusion of neutrons in moderating and multiplying with a periodic neutron source. Jacob, Gerhard (1958). Publicação IEA – 12.

⁹⁶⁰ Chamamos à atenção para o fato que o reator nesse período operou a 5MW. Santos, M. D. S.; Toledo, P.; Abrão, A.; Brenner, R.; Cybulska, C. R.; Nascimento, I. C.; Penteado, A. C.; Wilner, E.; Frascino, A. R. A quantidade de autores pode representar a cooperação de todos face ao entusiasmo como defendemos durante todo o trajeto do trabalho.

⁹⁶¹ Entrevista gravada (2001)

⁹⁶² Lima, F. W. de; Abrão, Alcídio (1961). A produção de compostos de urânio atômicamente puro. Publicação IEA – 42 -IEA. “A primeira unidade piloto, instalada e colocada em funcionamento em 1960 operou até 1963, quando teve as suas atividades encerradas, tendo preparado aproximadamente quatro toneladas de DUA de elevada pureza. Transformou-se este DUA em dióxido de urânio (UO₂) e usou-se na fabricação de elementos combustíveis, na Divisão de Metalurgia Nuclear do IEA, empregados na construção de uma unidade subcrítica RESUCO”. Abrão, Alcídio (1994). Publicação IPEN - 398. Ver também: Santos, T. D. S.; Haydt, H. M.; Freitas, C. T. Fabricação dos elementos combustíveis de UO₂ para o conjunto subcrítico RESUCO. Publicação IEA – 92.

⁹⁶³ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), não publicado. Produção de radioisótopos no Instituto de Energia Atômica. Iodo 131 e Fósforo 32. Pagano Constancia (1962). Publicação IEA – 49. Preparação do iodo elementar a partir do telúrio elementar irradiado. Pagano, Constância; Ramaniah, V. M. (1965) Publicação IEA – 110. Produção de fósforo 32, sem carregador, usando sulfatos como material irradiado. Lima, F. W. de; Abrão, A.; Atalla, L. T. (1960). Publicação IEA – 37. Third Inter-American Symposium on the Peaceful Applications of Nuclear Energy. Petrópolis 1960.

⁹⁶⁴ Site do IPEN de 2003

⁹⁶⁵ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Plano para ensino e treinamento especializado no IPEN. Documento preparado pela Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica (2002). Documento Interno.

⁹⁶⁶ Análise por ativação levada a efeito com o reator de piscina do Instituto de Energia Atômica – parte1. Lima, F. W. de; Abrão, A.; Pagano, C. (1959) Publicação IEA – 19; Some results of the operation of the Brazilian Swimming Pool Reactor IEA-R1. Toledo, P. S.; Penteado, A. C.; Franzen, H. R. (1960). Publicação IEA – 18. Os critérios para a numeração da série no início não são muito compreensíveis, mas isso não chega a atrapalhar as análises.

⁹⁶⁷ On the use of sodium triphosphate for the separation of zirconium from hafnium. Third Inter-American Symposium on the Peaceful Application of Nuclear Energy, Petrópolis, Brasil, 6-23/07/1960. Vicentini, G.; Lima, F. W. de; Giesbrecht, E. O primeiro e o último pesquisador sendo da USP. Publicação IEA – 25. Absorption of vitamin B –12 (Co-60) in gastrectomized patients apresentado no Quinto Congresso Médico-Regional da Associação Paulista de Medicina, São Carlos. Novembro de 1957 e publicado na revista do Hospital das Clínicas. Número 14, páginas 441- 445 em 1959. Parceria com o Departamento de Clínica Médica do Hospital das Clínicas (USP). Publicação IEA - 15 de 1960.

produção de ^{32}P , estudos de preparação de substâncias marcadas com ^{131}I , desenvolvimento do método de produção de ^{24}Na , ^{42}K , ^{82}Br e ^{35}S . Ainda nesta década iniciou-se a produção de ^{198}Au , e ^{51}Cr pelo método de Szilard-Chalmers e marcação de moléculas com este último radioisótopo. Como se pode constatar, esta foi uma década muito produtiva que logicamente além de ter contribuído com a comunidade médica, também deu origem a pesquisadores bem preparados para o desenvolvimento técnico-científico do país. Além da proteção radiológica para fins médicos, foram ministrados cursos de formação destinados à classe médica para iniciá-los no campo da medicina nuclear. Para que se tenha uma idéia, foram ministrados (1959-1980) cerca de 30 cursos de Proteção Radiológica e Metodologia e Aplicações de Radioisótopos para Médicos. Quanto ao ciclo do combustível, os primeiros estudos em escala de laboratório datam de 1959, na divisão de Radioquímica do IEA. O primeiro concentrado de urânio ($\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_3$; $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$), yellow-cake, foi fornecido pela Orquima S. A. (SP) através da CNEN. A Orquima S. A. industrializava o urânio através das areias monazíticas. O IEA desenvolveu a partir “yellow-cake” várias atividades ligadas ao ciclo do urânio chegando ao elemento combustível para o reator IEA-R1. Projetou e instalou em 1960 (Lima, 1961) uma unidade piloto para purificação de concentrados de urânio (contribuiu para o treinamento de pessoal e formação de profissionais especializados na química do urânio). Esta unidade operou até 1963 e preparou 4t de diuranato de amônio (DUA) de elevada pureza. O DUA foi transformado em dióxido de urânio (UO_2) e usado na fabricação de elementos combustíveis pela Divisão de Metalurgia Nuclear do IEA que foram empregados na construção de uma unidade de um reator subcrítico denominado RE-SUCO.

1961 - Em 31 de janeiro 1961, Jânio Quadros assume a Presidência da República, mas renuncia em 25/08/1961⁹⁶⁸. João Goulart assume a presidência após um momento conturbado e é deposto pelas Forças Armadas, em 31/03/1964, quando se inicia o período dos governos militares no Brasil⁹⁶⁹. Damy vai para a direção da Comissão Nacional de Energia Nuclear, mas ainda fica responsável pela Divisão de Física Nuclear. No lugar de Damy na direção do IEA, como interino, entra o professor Doutor Luiz Cintra do Prado⁹⁷⁰. Posteriormente assume como efetivo. O professor Cintra do Prado assume o IEA de 20/02/1961 até 18/02/1963. É criada uma nova divisão: Divisão de Engenharia Nuclear tendo à frente da direção o professor Doutor Luiz Cintra do Prado que também assume, por

⁹⁶⁸ Fausto, Boris (1999), página 437 –443.

⁹⁶⁹ Fausto, Boris (1999), página 662.

⁹⁷⁰ O Presidente do Brasil passa a ser João Goulart (1961 –31-03-1964), pois Jânio Quadros renunciou em 25/08/1961. Fausto, Boris (1999), página 443-462.

um tempo, a chefia dessa Divisão. Discutimos, em outra passagem, que se cogitava em pesquisar na área de construção de reatores, neste período⁹⁷¹. Destacamos que o professor Doutor Rui Ribeiro Franco⁹⁷² passa a integrar o conselho técnico do IEA como representante do CNPq. Posteriormente virá a ser vice-superintendente da Instituição na gestão de Rômulo Ribeiro Pieroni. Como já falamos no texto principal, o Doutor Rui Ribeiro Franco assume a importante função de montar a pós-graduação do IEA. O Almirante Octacílio Cunha passa a integrar a direção do Conselho Nacional de Pesquisa. Neste mesmo ano os pesquisadores do IEA apresentam um trabalho no “Symposium on the programming and utilization of Research Reactor, Viena. Nesse trabalho, os autores (Azor C. Penteado Filho e Marcello Damy de Souza Santos) discutem os problemas surgidos com o reator, e, mostram suas competências em resolvê-los⁹⁷³. Ainda o professor Doutor Walter Fausto de Lima recebe o prêmio Moinho Santista⁹⁷⁴.

1962 - Doutor Gian Maria A. A. Sordi⁹⁷⁵ afirma que o IEA contava com cerca de 70 funcionários ao todo entre pesquisadores de nível superior e médio, auxiliares e administrativos. Em 27/08/1962 as atividades nucleares são reguladas pela lei número 4118/1962 que dispõe sobre a política nacional para energia nuclear (esta é alterada pela lei número 6189/1974 de 16/12/1974). Com a edição da lei 4118 a CNEN foi reformulada⁹⁷⁶. São criadas⁹⁷⁷ as Divisões de Metalurgia Nuclear sob a direção do professor Doutor Tharcísio Damy de Souza Santos e a Divisão de Engenharia Química sob a direção do professor Doutor P. Krumholz. Em agosto o Doutor Alcídio Abrão ainda está trabalhando na Divisão de radioquímica do IEA⁹⁷⁸. A Doutora Constância Pagano da Silva apresenta um trabalho⁹⁷⁹ sobre a produção de iodo-131 e fósforo-32.

⁹⁷¹ Publicação IEA – 41 (1961). Doseamento de fósforo ao nível de partes por milhão em compostos de urânio atômicamente puros pelo método de diluição isotópica. Lima, Fausto W. de; Attala, L. T. (1961).

⁹⁷² Publicação IEA – 43 (1961).

⁹⁷³ Publicação IEA – 44 (1961). Operational experience and utilization of the Brazilian 5 MW swimming pool reactor

⁹⁷⁴ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

⁹⁷⁵ Comunicação particular.

⁹⁷⁶ “Os atuais servidores integrarão o quadro próprio de funcionários”. Lei número 4118 de 27 de agosto de 1962. Seção VI, disposições gerais, artigo 25 parágrafo primeiro. Diário Oficial ano CI, número 177 de 19/09/1962. Página 9702. Alguns pensam que a criação da CNEN se deu em 1962. Ver: Energia atômica: um inquérito que abalou o Brasil. Salles, Dagoberto, página 180. Ver também: A energia nuclear no Brasil. Biasi, Renato de, página 30. Ver também publicação IEA – 62 (1963): “desde 1961 foi celebrado o Convênio entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear e o Instituto de Energia Atômica para o estabelecimento e realização de programas bastante amplos em novas instalações, as da Divisão de Engenharia Química e da Divisão de Metalurgia Nuclear”, página 581.

⁹⁷⁷ Na publicação IEA – 49 de 1962 aparecem as duas novas Divisões. Em 1961, a Divisão de Metalurgia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) fabrica as primeiras pastilhas de UO₂ para a unidade subcrítica RESUCO. Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. “O Departamento de Metalurgia Nuclear é implantado em 1963, liderado pelo professor Tharcísio Damy de Souza Santos. Atualmente professor emérito da USP”. Site: www.ipen.br/m/mm/historic.htm.

⁹⁷⁸ Abrão, Alcídio; Attala, L. T. determinação de urânio, tório, nióbio e tântalo em alguns minérios uraníferos de Araxá. Publicação IEA 53 (1963). Divisão de Radioquímica.

⁹⁷⁹ Produção de radioisótopos no Instituto de Energia Atômica. Iodo 131 e fósforo-32.

1963 - Estamos utilizando o computador IBM-1620 da Escola Politécnica da USP⁹⁸⁰. Início da produção rotineira de radioisótopos⁹⁸¹. A partir de 19 de fevereiro de 1963 o IEA foi transferido para a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), aprovado pelo Decreto Federal número 51726 de 19/02/1963, ficando subordinado a CNEN até 07 de junho de 1972. Em 19/02/1963 assume o IEA o professor Rômulo Ribeiro Pieroni⁹⁸² e fica na superintendência até 04/06/1979. Na década de sessenta vários trabalhos na área de metalurgia⁹⁸³ e física nuclear e eletrônica estão sendo desenvolvidos, com ênfase para a produção de elementos combustíveis. Também foi dado início à produção de radiofármacos. Outros trabalhos que estão sendo desenvolvidos neste período seguem a linha de aplicações de radioisótopos na medicina sobre a direção de *Rômulo Ribeiro Pieroni*.

Início dos governos militares

1964 - Quando *João Goulart* é deposto pelos governos militares⁹⁸⁴, o professor Marcello Damy sai da presidência da CNEN e volta para o IEA. Desentende-se com Rômulo Ribeiro Pieroni, que já era desde 1963 o Superintendente do IEA. A contradição entre Damy e Pieroni ocorre porque este apoiava os militares⁹⁸⁵. Pieroni substituiu o *Professor Cintra do Prado* que vai para a presidência da CNEN quando da saída de *Damy*. *Pieroni* acumula cargos, pois continua como chefe da Divisão de Radiobiologia. O primeiro governo militar vai de 1962 a 1967 e quem assume é o General Castelo Branco. Ainda ocorre o projeto e construção do reator nuclear subcrítico (RESUCO) da Universidade Federal de Pernambuco⁹⁸⁶ e a fabricação dos elementos combustíveis para o reator Nuclear de

⁹⁸⁰ Programa para o cálculo no computador IBM-1620 do reticulado de urânio natural e grafita. Publicação IEA - 57. Hehl, W. S. C (1963).

⁹⁸¹ Ver “site” do IPEN de 2003.

⁹⁸² Ver site do IPEN.

⁹⁸³ Segundo as publicações IEA na década de sessenta o IEA desenvolve a tecnologia de fabricação dos elementos combustíveis para reatores de pesquisa. Alguns nomes estão surgindo nesse período: engenheiro Heliton Motta Haydt, Engenheiro Erberto Gentile, José d. T. Capocchi, Engenheiro Sebastião H. L. Cintra e Ernesto C. Puccini. Estes pesquisadores sob a coordenação do primeiro estiveram envolvidos na produção dos elementos combustíveis para os reatores: Argonauta (IEN-RJ), para o reator sub-crítico RESUCO (Pernambuco), e o reator sub-crítico SUBLIME (IME-RJ).

⁹⁸⁴ O primeiro presidente dos governos militares foi exercido pelo General Humberto de Alencar Castello Branco eleito em 15/04/1964. Fausto, Boris. História do Brasil, página 468.

⁹⁸⁵ Ver depoimento de Marcello Damy em Cientistas do Brasil – depoimentos. Edição comemorativa dos cinquenta anos da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Página 526.

⁹⁸⁶ Los autores estudiam los principios de control de pastillas de UO₂ para elementos combustibles de reactores, aplicados al caso del reactor sub-crítico “Re – Suco” en construcción en el Instituto de Energia Atômica, São Paulo”. Publicação IEA – 81 (1964). Controle dimensional de pastilhas de urânio para o reator “Re-Suco”. Separata do ABM – boletim da Associação Brasileira de Metais, número 85, volume 20. Silva, Paulo Sergio C. Pereira da; Tharcísio D. de Souza Santos; Freitas, Trench de Freitas.

Pesquisas Argonauta do IEN⁹⁸⁷. Em outubro já temos criada a Divisão de Ensino e Formação. Assume a chefia o professor Cintra do Prado juntamente com a direção da CNEN⁹⁸⁸

1966 - Foram fabricados 360 elementos combustíveis de U_3O_8 em alumínio para o Reator Nuclear subcrítico (Sublime) do IME/Ministério do Exército⁹⁸⁹. Em dezembro, terminada a construção do prédio da Engenharia Química e instalados os laboratórios. Retomada dos estudos de purificação de urânio⁹⁹⁰. Em 1966 foram retomados os estudos de purificação de urânio. Nesta época foram feitos os primeiros testes de operação de uma nova unidade piloto de purificação de urânio que entrou em operação posteriormente. A finalidade destes estudos era desenvolver a tecnologia de purificação também para outros concentrados de urânio não provenientes do Brasil.

1967 - Entre 15/03/1967 a 31/08/1969 assume a Presidência da República o Marechal Arthur da Costa e Silva. Este foi afastado da Presidência da República por motivo de doença vindo a falecer. Assume uma Junta Militar até a eleição e posse do próximo presidente militar⁹⁹¹.

1968 - Foi concluída a usina piloto de purificação de urânio que entrou em operação rotineira em 1969. *“Esta piloto cumpriu assim a finalidade de comprovação do processo ensaiado em escala de laboratório, obtenção de urânio puro para experimentação geral dentro do ciclo do combustível, treinamento de pessoal, produção de UO_2 para uma unidade subcrítica, posteriormente denominada RESUCO⁹⁹²”*. Começa a formação do grupo que irá trabalhar com reprocessamento no IEA⁹⁹³.

1969 - Em 09/06/1969, foi assinado em Bonn, Alemanha, um Acordo de Cooperação Científica e tecnológica entre o Brasil e a Alemanha⁹⁹⁴. Estamos no vigésimo período do

⁹⁸⁷ “O reator de pesquisa (...) Argonauta (...). O Instituto de Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro, Gb, tem quase pronto reator desse tipo, totalmente construído no país, o qual empregará elementos combustíveis a serem fabricados pela Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica, de São Paulo. Publicação IEA – 80 (1964). Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões U_3O_8 – Al. Bidwell, Richard M.; Haydt, Helinton M.; Freitas, Clauer Trench.; Santos, Tharcísio D. de Souza. Principais características metalúrgicas dos elementos combustíveis produzidos para o reator “Argonauta” do Instituto de Engenharia Nuclear. Publicação IEA-112. (1965). Santos, Tharcísio Damy de Souza; Haydt, Heliton Motta; Freitas, Clauer Trench. Ver também o “site” do IPEN de 2003.

⁹⁸⁸ Ver Publicação IEA – 72 (1964). Activation analysis applied to forensic investigation. Some observation on the problem of individualization of human hair. Atenção que este é um trabalho de cunho social e que continuou a persistir na instituição. Também vemos a colaboração da Fundação Rockefeller. Na publicação IEA – 67 (1964) Ainda vemos a cooperação da FAPESP financiando trabalhos no IEA. Na Publicação IEA 77 (1964) percebe-se o desenvolvimento de tecnologias visando o Ciclo do Combustível.

⁹⁸⁹ Ver “site” do IPEN de 2003.

⁹⁹⁰ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

⁹⁹¹ Fausto, Boris (1999), página 475-482.

⁹⁹² Abrão, Alcídio (1994). O ciclo do urânio no IPEN. Publicação IPEN – 398. Ver também o “site” do IPEN de 2003.

⁹⁹³ Entrevista gravada (02/10/2002) com o Dr. José Adroaldo de Araújo, engenheiro químico de formação que trabalhou muitos anos na engenharia química inclusive ocupando cargos de chefia. Hoje, encontra-se aposentado. aposentado.

⁹⁹⁴ Cabral, Milton (1983). A questão nuclear.

governo republicano e assume a 30/10/1969 o governo da República o General Emílio Garrastazu Médici⁹⁹⁵ e governa até 15/03/1974.

1970 - O Decreto lei número 250, de 29 de maio de 1970 cria, como entidade autárquica associada à Universidade de São Paulo, o Instituto de Energia Atômica (IEA)⁹⁹⁶. O Decreto número 67620 de 19 de novembro de 1970 extingue o Instituto de Energia Atômica como órgão integrante da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e dá outras providências⁹⁹⁷. Foi fechado um convênio⁹⁹⁸ com a General Atomic – USA para desenvolvimento de reatores HTGR. Projeto para a unidade piloto de UF₄.

1971 - Foi realizada a reforma da ventilação do Reator IEA – R1, incorporando-se filtros de carvão; dutos e compressores de ar condicionado⁹⁹⁹.

Primeira grande crise do petróleo

1973 - A sociedade científica internacional estava amadurecida para trabalhar com material radioativo e surgem as novas recomendações de proteção radiológica, baseadas em novas considerações de caráter estatístico¹⁰⁰⁰. Obteve-se a primeira partida de UF₄ de modo contínuo¹⁰⁰¹. Ocorre a inauguração¹⁰⁰² da instalação piloto de UF₄ com a presença do Presidente da República, Emílio G. Médici (12/09/1973).

⁹⁹⁵ Fausto, Boris (1999), página 482 – 488.

⁹⁹⁶ “(...) Fica criada, como entidade autárquica associada à Universidade de São Paulo, o Instituto de Energia Atômica (IEA), com personalidade jurídica, patrimônio próprio, sede e foro na Capital do Estado (...)”. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Ano LXXX – número 100, sábado, 30/05/1970. Página 06. Segundo Alcídio Abrão somente em 07/06/1972 o Decreto passou realmente a vigorar e o IEA vincula-se à Secretaria de Cultura, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo e para fins didáticos e científicos associa-se à Universidade de São Paulo. Convênio, entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e a Universidade de São Paulo (USP), destinado à integração dos programas de atividade do Instituto de Energia Atômica (IEA) no Plano Nacional de Energia Nuclear. Termo número 12/72. Ano 1972. Proc. CNEN -699/30/62. O convênio é assinado pelo presidente da CNEN, Hervásio Guimarães de Carvalho; Pelo Reitor da USP, Miguel Reale; pelo Diretor do IEA, Rômulo Ribeiro Pieroni.

⁹⁹⁷ “(...) Mediante convênio entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear e a Universidade de São Paulo, se regulará a integração dos programas e de atividades do Instituto de Energia Atômica (IEA), da Universidade de São Paulo, no Plano Nacional de Energia Nuclear. (...) O convênio estabelecerá a maneira pela qual a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) fornecerá os recursos e as condições de utilização pelo Instituto de Energia Atômica, dos bens patrimoniais a ele pertencentes. (...) A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) deve ter assegurada, através disposição do mencionado convênio, representação na direção do Instituto de Energia atômica (IEA, (...). Diário Oficial, de 20/11/1970 (seção I, parte I).

⁹⁹⁸ Ver “site” do IPEN de 2003. Observar que a Instituição tinha a pretensão de construir reatores.

⁹⁹⁹ Proposta para a modernização e aumento de potência do reator IEA – R1. Relatório interno da diretoria de reatores.(1995)

¹⁰⁰⁰ Implications of Commission recommendations that doses be kept as low as reality achievable, International Commission on Radiological Protection, Publication ICRP 22, 1973. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. Publication ICRP 26, 1997. Limits for intake of radionuclides by workes, International Commission on radiological Protection, Publication ICRP 30, 1978 –82. Basic Safety Standards for radiation protection, 1982 edition Safety Series n^o 9, AIEA, 1982.

¹⁰⁰¹ Ribas, A .G. S.; Abrão, A. (1973). Preparação de UO₂ apropriado para obtenção de UF₄. Publicação IEA - 318. Cussiol Filho, A.; Abrão, A (1975). Tecnologia para preparação de tetrafluoreto de urânio por fluoretação de UO₂ obtido de diuranato de amônio. Publicação IEA – 379.

¹⁰⁰² Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e nucleares (IPEN). Não publicado.

1974 - Foi duplicado o circuito de refrigeração do reator IEA – R1, com a instalação de volantes de inércia das bombas do primário e construção de um tanque de decaimento para nitrogênio – 16¹⁰⁰³. Foi instalado um acelerador de elétrons de 1,5 MeV, para aplicações industriais¹⁰⁰⁴.

1975 - Ocorre a primeira geração eletrolítica de flúor no IPEN¹⁰⁰⁵. É realizado o convênio com a USP para a implantação dos cursos de Pós – graduação no Instituto¹⁰⁰⁶.

1976 – O Decreto número 8181, de 08/07/1976 aprova o regulamento¹⁰⁰⁷ do IEA que foi publicado no Diário Oficial em 09/07/1976. Foi instalado um sistema de refrigeração de emergência no Reator IEA – R1¹⁰⁰⁸. Ocorre o início do curso de pós – graduação em associação com a USP. Aprovação do regulamento da pós-graduação na área de Concentração e tecnologia Nuclear pela câmara de pós-graduação da USP e depois pelo Ministério de Educação e cultura¹⁰⁰⁹. Após o governo Médici assume a presidência da República em 31/03/1976 o General Ernesto Geisel que governa até 14/03/1979 quando então é substituído pelo General João Batista Figueiredo¹⁰¹⁰.

1977 - Ocorre a substituição do revestimento da piscina do Reator IEA – R1¹⁰¹¹. É aprovada a segunda área de pós-graduação do IEA: reatores Nucleares de Potência e Tecnologia do Combustível¹⁰¹². Ocorre o projeto e construção do circuito termohidráulico de alta pressão (para estudos de componentes de reatores nucleares PWR 970 atm). Regulamentado o convênio com o CTA (**número 8/IEA/77**) sobre a participação da

¹⁰⁰³ Proposta para a modernização e aumento de potência do reator IEA –R1. Relatório interno da Diretoria de Reatores, página 05.

¹⁰⁰⁴ Ver o “site” do IPEN de 2003.

¹⁰⁰⁵ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Abrão, Alcídio; Ikuta, Álvaro; Wirkner, Felícias M.; Silva, Felisberto P. da. (1980). Produção de flúor elementar no IPEN. Situação atual no Brasil e perspectivas futuras. Trabalho apresentado no XXI Congresso Brasileiro de Química. Porto Alegre, 26-31 de outubro de 1980.

¹⁰⁰⁶ Na área nuclear o Instituto se fez presente no desenvolvimento de processos, equipamento, máquinas, como também materiais. Vem atuando também intensamente na prestação de serviços à comunidade e formação de recursos humanos. Em **1969** foi instituído convênio com a Escola Politécnica da USP, dando início em **1976** ao curso de pós-graduação vinculado à USP. Plano para o ensino e treinamento especializado no IPEN. Documento preparado pela Diretoria de Ensino e Informação em Ciência e Tecnologia. São Paulo, 06/11/2002, página 04. Documento Interno.

¹⁰⁰⁷ “Paulo Egydio Martins, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais, com fundamento no Ato Institucional número 8, de 02 de abril de 1969, e no artigo 89 da lei 9.717, de 30 de janeiro de 1967, e nos termos do artigo 15 do Decreto-Lei Complementar número 07, de 06 de novembro de 1969 Decreta: Artigo 1 –fica aprovado o regulamento do Instituto de Energia atômica – IEA, anexo a este decreto e do qual passa a fazer parte integrante. (...)”. regulamento do IEA, página 01. 1976. São Paulo. Publicado pelo IEA.

¹⁰⁰⁸ Proposta para a modernização e aumento de potência do reator IEA – R1. Relatório interno do Reator IEA – R1, página 05.

¹⁰⁰⁹ Ver o “site” do IPEN de 2003. Ver também: Plano para ensino e treinamento especializado no IPEN. Documento preparado pela Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica. São Paulo, 06/11/2002, página 04. Documento interno.

¹⁰¹⁰ Fausto, Boris (1999), página 488-500.

¹⁰¹¹ Proposta para a modernização e aumento de potência do Reator IEA – R1. Relatório interno da Diretoria de Reatores, página 05.

¹⁰¹² Plano para ensino e treinamento especializado no IPEN. Documento preparado pela Diretoria de Ensino e Informação Científica e Tecnológica. São Paulo, 06/11/2002, página 04. Documento interno.

Instituição no projeto de separação isotópica de urânio usando laser – SEPILA¹⁰¹³. Em junho de 1977 o IPEN contava com 939 funcionários¹⁰¹⁴. O IPEN tem um papel destacado no campo de treinamento de pesquisadores brasileiros na área nuclear. Entre 1977 e 1996 foram formados 116 doutores e 431 mestres em ciência e tecnologia.

1978 - Foi substituída a mesa de controle do Reator IEA – R1¹⁰¹⁵.

1979 - Ocorrem os primeiros experimentos para a precipitação e filtração contínua de DUA contínua¹⁰¹⁶. Em 16 de março de 1979 (Decreto número 13427 artigo terceiro, II, “d”, artigo décimo primeiro, III) o IEA vincula-se à Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Governo do Estado de São Paulo, passando então a chamar-se Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). O IEA passou a ser uma autarquia estadual. Neste momento o IPEN estendeu sua atuação e estudos às outras formas de energia, além da nuclear¹⁰¹⁷. Os frutos dessa mudança estão sendo colhidos no século XXI quando o IPEN desenvolve tecnologia de célula combustível. Ainda é firmado um convênio¹⁰¹⁸ entre o Ministério de Minas e Energia e a Secretaria do Planejamento, com interveniência do Conselho de Segurança Nacional e a CNEN, objetivando a integração dos trabalhos realizados no IEA nas áreas do ciclo do combustível nuclear para o desenvolvimento de tecnologia de produção de UF₆. Ocorre uma reestruturação na antiga Coordenadoria de Ciência e Tecnologia de Materiais (liderada no início dos anos setenta pelo Doutor Shigueo Watanabe), agora denominada Coordenadoria de Proteção Radiológica e Materiais Dosimétricos liderada pelo Doutor Achilles Alfonso Suarez. Parte do pessoal foi incorporado ao Departamento de Metalurgia que fica sob a liderança do Doutor Clauer Trench de Freitas especialista em cerâmica nuclear. Nesta mesma época, ainda um outro grupo liderado pelo Doutor Spero Penha Morato vai compor a Divisão de Processos Especiais¹⁰¹⁹. Em 06/06/1979 assume a superintendência do IEA o Dr. Hernani A. L. Amorim¹⁰²⁰ e fica até 23/11/1982.

¹⁰¹³ Ver o “site” do IPEN de 2003.

¹⁰¹⁴ 287 técnicos (nível superior) especializados em energia nuclear, 136 técnicos (nível médio) especializados em energia nuclear, 516 técnicos administrativos. Informação IPEN – 1.

¹⁰¹⁵ Proposta para a modernização e aumento de potência do Reator IEA – R1. Relatório interno da Diretoria de Reatores (1995), página 05.

¹⁰¹⁶ Abrão, Alcídio (1994). O ciclo do urânio no IPEN, página 14.

¹⁰¹⁷ Decreto número 13.427 de 16/03/1979.

¹⁰¹⁸ Ver o site do IPEN de 2003.

¹⁰¹⁹ Site; www.ipen.br/m/mm/historic.htm

¹⁰²⁰ Site do IPEN

1980 - Em 25/03/1980, ocorre criação do Projeto Conversão (PROCON) entre o Ministério de Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo, para a produção de hexafluoreto de urânio¹⁰²¹.

1981 – É dado início à produção de geradores de tecnécio com tecnologia própria (com o molibdênio importado do Canadá), um importante radiofármaco usado pela medicina nuclear. Início da produção de fontes radioativas seladas para gamagrafia industrial¹⁰²². Convênio com o ministério da Marinha (número 506/001/81) que regulamenta a participação do IPEN no programa de desenvolvimento da tecnologia de propulsão nuclear e define a área do IPEN a ser cedida para uso da COPESP, atual CTM¹⁰²³.

1982 - Ocorre o primeiro experimento de enriquecimento de urânio por ultracentrifugação em uma associação entre o IPEN e a Marinha¹⁰²⁴. Também é realizado um convênio entre o governo do Estado de São Paulo e a CNEN que reintegra as atividades do IPEN no Programa Nacional de Energia nuclear¹⁰²⁵.

Finalmente, o IPEN, em 1982 (lei número 1982 de 28/12/1982), volta a pertencer à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), como unidade administrativa (mediante comodato de seus bens, nas atividades de desenvolvimento das aplicações pacíficas da energia nuclear (Lei 1982 de 28 de dezembro de 1982). O IPEN passou a se chamar IPEN-CNEN/SP e a ser gerido técnica, administrativa e financeiramente pela CNEN. Em 24/11/1982, assume a superintendência o Doutor Durvaldo Gonçalves e fica até 04/05/1985¹⁰²⁶. Na década de oitenta o Departamento de Metalurgia Nuclear fica sob a chefia de Ivan de Aquino Viana (oficial da Marinha do Brasil) e passa intensamente a contribuir com a Marinha num esforço conjunto para o Programa de Desenvolvimento tecnológico, no sentido de dominar completamente o ciclo do combustível nuclear e auxiliar no projeto para o desenvolvimento da tecnologia de um submarino nuclear¹⁰²⁷.

¹⁰²¹ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Abrão, Alcídio (1994). O ciclo do urânio no IPEN. Publicação IPEN – 398. Página 18.

¹⁰²² Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado. Entrevista gravada com o chefe da produção de radiofármaco do Centro de Radiofarmácia do IPEN, MSc. Jair Mengatti. “(...) é em 1981, com o lançamento do gerador de tecnécio –99 meta-estável -, que se inicia o grande desenvolvimento da medicina nuclear no Brasil: Rodrigues, Claudio; Zouain, Desirée M. (2000). Apresentado no Congresso da ABIPTI: Gestão de Institutos de Pesquisa Tecnológica. Fortaleza 18-20 de outubro 2000.

¹⁰²³ Ver o “site” do IPEN de 2003.

¹⁰²⁴ Ver o “site” do IPEN de 2003. O ciclo do urânio no IPEN. Publicação IPEN – 398. Página 16 e 18.

¹⁰²⁵ Ver o “site” do IPEN de 2003

¹⁰²⁶ Ver site do IPEN (2003).

¹⁰²⁷ Entre as realizações do período podem ser destacados: a obtenção do urânio metálico, implantação dos laboratórios de comportamento mecânico e de microscopia eletrônica. Pesquisa-se a metalurgia física dos aços “Maraging”. Fabricação de varetas combustíveis de aço inox para o reator MB-01. Fabricação da primeira carga de pastilhas isolantes de alumina para o reator MB-01. Site do IPEN (2003): <http://www.ipen.br/m/mm/historic.htm>

1983 - É formalizado o Projeto Conversão (PROCON)¹⁰²⁸ e iniciada a operação das usinas. São feitos os primeiros estudos de cloração do óxido de zircônio ao cloreto anidro. Ocorre a primeira operação a frio do treinamento em tecnologia de retratamento. Também temos o projeto UF₄, urânio metálico e grafita em colaboração com as Centrais Elétricas de São Paulo segundo o doutor Alcídio Abrão¹⁰²⁹. Ainda ocorre a primeira operação a frio do treinamento¹⁰³⁰ em tecnologia de retratamento sob a orientação da Doutora Berta Floh. Os supervisores de proteção radiológica participam ativamente do processo sob a orientação do Doutor Gian Maria A. A. Sordi e tendo à frente a MSc. Vanusa Feliciano Jacomino como chefe dos supervisores na unidade.

1984 - Ocorre a primeira campanha de processamento de materiais irradiados utilizando amostras de plutônio, cedidas pela Agência Internacional de Energia Atômica¹⁰³¹.

1985 - Em 05/06/1985, assume a superintendência, pela primeira vez, o Doutor Claudio Rodrigues¹⁰³², pesquisador da casa, e fica até 28/05/1990. São realizados os primeiros testes com a unidade piloto para obtenção do TCAU¹⁰³³. A Instituição conta com 1632 funcionários, sendo 554 de nível superior e 1078 de nível médio¹⁰³⁴.

1986 - Ocorre a conclusão da usina piloto de hexafluoreto de urânio e início da produção¹⁰³⁵.

1987 - Foi substituída a torre de resfriamento do circuito secundário do Reator IEA – R1¹⁰³⁶. Ocorre o início da produção de Gálio –67 e Iodo – 123 utilizando o acelerador ciclotron de 24 MEV instalado no IPEN. Também, nesta época, é anunciado pelo presidente da República José Sarney (1985-1989) que o país dominou o ciclo do combustível¹⁰³⁷. Fabricação de 43.000 pastilhas de óxido de urânio, combustível do Reator

¹⁰²⁸ Abrão, Alcídio (1994). O ciclo do urânio no IPEN. Publicação IPEN – 398. Página 18.

¹⁰²⁹ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Não publicado.

¹⁰³⁰ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares -IPEN (1996). Não publicado.

¹⁰³¹ Ver “site” do IPEN de 2003.

¹⁰³² Ver o site do IPEN.

¹⁰³³ “O TCAU é um produto intermediário para a produção de óxidos de urânio. Sua transformação térmica pode conduzir aos óxidos UO₃, U₃O₈, e UO₂. Assim cuidou-se também de estudar o processo para a conversão de TCAU a UO₂”. Abrão, Alcídio (1994). O ciclo do urânio no IPEN. Publicação IPEN – 398. Gomes, R. P. ; Riella, H. G. (1990). Desenvolvimento de processo de redução de TCAU a UO₂ em leito fluidizado. Publicação IPEN - 309

¹⁰³⁴ Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão. Destes 554 de nível superior, temos que 37 estão trabalhando na área de gestão e daqueles (1078) 636 estão trabalhando na área administrativa.

¹⁰³⁵ Ver “site” do IPEN de 2003. O ciclo do urânio no IPEN. Publicação IPEN – 398. Página 16 e 18.

¹⁰³⁶ Proposta para a modernização e aumento de potência do Reator IEA – R1. Relatório interno da Diretoria de Reatores, página 05.

¹⁰³⁷ Ver “site” do IPEN de 2003

Nuclear IPEN – MB01¹⁰³⁸. A Instituição conta com 1553 funcionários sendo 495 de nível superior¹⁰³⁹.

1988 - Foi inaugurado o Reator de potência zero MB-01, totalmente nacional. Também ocorre a inauguração do centro experimental de ARAMAR¹⁰⁴⁰ em 08/04/1988. Na segunda metade da década de oitenta, o Doutor José Otávio Armani Paschoal assume a direção do Departamento de Metalurgia Nuclear. Datam desta época os feitos; instalação da produção de óxido de zircônio (concluída em 1986); produção de zircônio metálico (esponja); implantação das novas instalações da Divisão de Materiais Cerâmicos; implantação do laboratório de insumos (terras raras)¹⁰⁴¹. Foi obtido o nitrato de zircônio nuclearmente puro (teor de háfnio menor que 100ppm)¹⁰⁴². Foram terminadas 70 barras de urânio metálico como elemento combustível (Departamento de Metalurgia Nuclear) em 25/05/1988. Também foi possível se realizar a fabricação de laser para fluorimetria do urânio¹⁰⁴³.

1989.- Foi concluída a Usina de Purificação de Zircônio¹⁰⁴⁴. Também ocorre a produção de combustíveis de urânio metálico para o reator Nuclear Subcrítico (gás-grafite). Início da produção de elementos combustíveis para o Reator Nuclear de potência zero, IPEN – MB01, construído em associação com a Marinha¹⁰⁴⁵. Ocorreu a última passagem direta (sem concurso de técnicos de nível médio para nível superior¹⁰⁴⁶).

1990 - Em 29/05/1990, assume a superintendência o Doutor Spero Penha Morato¹⁰⁴⁷, outro grande pesquisador da casa ficando na direção da casa até 05/05/1995. Temos a produção de 20 toneladas do gás hexafluoreto de urânio para as instalações de enriquecimento isotópico do CTM – SP/ Ministério da Marinha e Indústrias Brasileiras/INB. Foram usadas as usinas piloto do ciclo do combustível do IPEN¹⁰⁴⁸. Produz-se também cloreto anidro de zircônio e zircônio metálico¹⁰⁴⁹. Na década de 90 o IPEN expande as suas atividades de

¹⁰³⁸ Ver o “site” do IPEN de 2003>

¹⁰³⁹ . Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr. Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁴⁰ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN (1996).

¹⁰⁴¹ Site do IPEN (2003).

¹⁰⁴² Relatório: Metalurgia extrativa do zircônio. A experiência do IPEN. Paschoal, José Octávio A. et all. (1991). Documento interno, página 113.

¹⁰⁴³ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas energéticas e nucleares – IPEN. Não publicado. Publicação IPEN – 245 (1989). Fluorimetria por laser na determinação de urânio.

¹⁰⁴⁴ Ver “site” do IPEN de 2003. Ver também o relatório: Metalurgia extrativa do zircônio. A experiência do IPEN. Paschoal, José Octávio A. et all. (1991). Documento interno, página 113.

¹⁰⁴⁵ Ver o “site”.do IPEN de 2003. Rodrigues, Claudio; Zouain, Desirée M. (2000). Apresentado no Congresso da ABIPTI: Gestão de Institutos de Pesquisa Tecnológica. Fortaleza 18-20 de outubro 2000.

¹⁰⁴⁶ . Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁴⁷ Ver site do IPEN do ano 2003.

¹⁰⁴⁸ Site do IPEN do ano de 2003.

¹⁰⁴⁹ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN. Não publicado.

apoio às demandas das empresas nacionais¹⁰⁵⁰. Ainda o Departamento de Metalurgia fica inicialmente sob a chefia do Doutor Paulo Iris Ferreira e Doutor José Roberto Martinelli. Posteriormente, a partir de 1994 a coordenação passou para o Doutor Francisco Ambrósio. Posteriormente, esse se aposenta e a chefia passa a ser exercida pelo Doutor Arnaldo H. P. de Andrade¹⁰⁵¹. Em 1990 o número de servidores da Instituição¹⁰⁵² caiu para 1463. Neste ano foram demitidos em torno de 30 funcionários, sendo 2 da área técnica e 28 da área de gestão, no governo Collor de Mello¹⁰⁵³.

1991 - Surgem novas orientações internacionais de proteção radiológica¹⁰⁵⁴. É construída uma blindagem nos tanques de resinas do sistema de retratamento de água do Reator IEA - R1¹⁰⁵⁵.

1992 - Ocorre a inauguração das instalações para produção de fios de irídio-192, para uso em braquiterapia. Protocolo de intenções celebrado entre o Serviço de Apoio às micro e pequenas Empresas – SEBRAE e o IPEN (31/08/1992). Temos a produção de esponja de zircônio¹⁰⁵⁶ “grau nuclear”; produção de iodo-123 no ciclotron e conjuntos liofilizados marcados com tecnécio para estudo cerebral.

1993 - O IPEN apresenta 1374 servidores ativos sendo 572 de nível superior e 802 de nível médio¹⁰⁵⁷.

1994 - Temos a conclusão dos estudos de dispersão de poluentes utilizando técnicas nucleares, no reservatório Paiva Castro em São Paulo¹⁰⁵⁸.

¹⁰⁵⁰ Rodrigues, Claudio; Zouain, Desirée M. (2000), página 90. Apresentado no Congresso da ABIPTI: Gestão de Institutos de Pesquisa Tecnológica. Fortaleza 18-20 de outubro 2000.

¹⁰⁵¹ Algumas das realizações desse período podem ser destacadas conforme site do Departamento: implantação do Centro de processamento de pós metálicos e cerâmicos. Financiamento PADCT; implantação do laboratório de análises térmicas; implantação da rede local de informática e do laboratório de simulação e modelamento, participação no programa da AIEA de corrosão de elementos combustíveis tipo placa. Agora recentemente o Centro vem desenvolvendo a tecnologia de Célula Combustível a hidrogênio.

¹⁰⁵² Destes, 49% de nível médio; 5% de nível superior; 15% com nível superior c/ especialização, 13% de mestres; 12% de doutores e 6% de nível auxiliar. Informe anual 2000. IPEN, página 18.

¹⁰⁵³ Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr. Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁵⁴ International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of radiation sources, safety series n^o 2115, AIEA. NCRP and AAPM revising NCRP 49, Health Physics Journal, página 297, volume 63, número 3 (1994).

¹⁰⁵⁵ Proposta para modernização e aumento de potência do reator IEA –R1. IPEN. Diretoria de Reatores. 1995. Revisão 0. Relatório interno, página 05.

¹⁰⁵⁶ Abrão, Alcídio (1996). Subsídios para a história do Instituto de Pesquisas energéticas e nucleares – IPEN. Não publicado. “Atualmente a usina piloto, com capacidade nominal de 5 ton/ano, produz 1 ton/ano de óxido de zircônio grau cerâmico ou 700 kg/ano de zircônio grau nuclear (considerando que o total de hidróxido de zircônio é utilizado para produção de óxido de zircônio nuclear) em regime de 8h/dia.” Paschoal, José Octávio A. et al (1991). Metalurgia extrativa do zircônio: a experiência do IPEN. Relatório interno.

¹⁰⁵⁷ Destes 572 de nível superior 63 estão trabalhando na área de gestão e daqueles 802 de nível médio temos 528 na área de gestão. . Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr. Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁵⁸ Ver o “site”.do IPEN de 2003.

1995 - O Doutor Claudio Rodrigues assume novamente a direção da casa¹⁰⁵⁹. Temos o início da produção de samário – 153, usado no alívio de dores das metástases ósseas¹⁰⁶⁰. A Instituição conta com 1239 funcionários¹⁰⁶¹. Foram atendidos 800.000 pacientes, em todo o país, com radiofármacos, usados para diagnóstico e terapia de diversas doenças, produzidos no IPEN. Entre esses produtos o IPEN comercializou 5657 geradores de tecnécio. A distribuição foi em torno de 64% da produção foi para a região Sudeste do país. O IPEN recebeu da CNEN R\$ 12.632.000,00 (não inclui gastos com pessoal) e faturou com a comercialização de produtos e serviços R\$ 6.659.000,00 em 1995¹⁰⁶².

1996 - É assinado o contrato para a aquisição do novo acelerador de partículas – ciclotron para pesquisa, desenvolvimento e produção de radioisótopos para a medicina¹⁰⁶³. O IPEN contava com 1277 funcionários¹⁰⁶⁴, sendo 546 de nível superior e 731 de nível médio. Ainda neste ano, 55 pessoas aderiram ao Plano de Demissão Voluntária sendo 46 de nível médio e 9 de nível superior¹⁰⁶⁵. Foram atendidos 1.000.000 pacientes, em todo o país, com radiofármacos usados para diagnóstico e terapia de diversas doenças, produzidos no IPEN. Entre esses produtos o IPEN comercializou 6485 geradores de tecnécio. O IPEN recebeu da CNEN R\$ 12.840.000,00 (não inclui gastos com pessoal) e faturou com a comercialização de produtos e serviços R\$ 9.294.000,00 em 1996¹⁰⁶⁶.

1997 - Foram atendidos 1.200.000 pacientes, em todo o país, com radiofármacos usados para diagnóstico e terapia de diversas doenças, produzidos no IPEN. Entre esses produtos o IPEN comercializou 8092 geradores de tecnécio. O IPEN recebeu da CNEN R\$ 16.681.000,00 (não inclui gastos com pessoal) e faturou com a comercialização de produtos e serviços R\$ 10.813.000,00 em 1997¹⁰⁶⁷. Foram fabricadas e montadas novas células para a produção de tecnécio, flúor e iodo¹⁰⁶⁸. Foi realizada a modernização do

¹⁰⁵⁹ Site do IPEN do ano de 2003.

¹⁰⁶⁰ Ver o “site”.do IPEN de 2003. Depoimento de Roberto Frajndlich, chefe de operação do reator IEA-R1. em 18/11/2002.

¹⁰⁶¹ Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁶² Informe IPEN 2000, página 12.

¹⁰⁶³ Ver o “site”.do IPEN de 2003. Produção de Samário-152EDTMP que já tinha começado em 1995; tálio-201, usado no diagnóstico das doenças do coração, inclusive avaliação de infarto; Conjuntos marcados com tecnécio-99m para estudo cerebral.

¹⁰⁶⁴ Destes 546 uma parcela significativa (102) está trabalhando na área de gestão e daqueles 731 temos 339 trabalhando em gestão. Portanto de um total de 1277 funcionários temos em torno de 35% em gestão. Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr. Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁶⁵ Destes de nível médio 23 estavam na área de gestão e daqueles de nível superior, 5 eram da área de gestão. Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr. Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão

¹⁰⁶⁶ Informe IPEN 2000, página 11-12.

¹⁰⁶⁷ Informe IPEN 2000, página 11-12; Informe IPEN 1997, página 43. Ainda neste ano o IPEN recebeu dos órgãos de fomento R\$ 3.460.000,00.

¹⁰⁶⁸ Informe anual 1997, página 35.

reator IEA – R1 permitindo o aumento da potência¹⁰⁶⁹ de 2MW para 5MW. O aumento da potência do reator IEA-R1 de 2MW para 5 MW, passando a se chamar IEA-R1m, representou para a medicina nuclear no Brasil, uma nova área de atuação, gerando economia de divisas com a produção local de radioisótopos de última geração. Foram realizadas as obras para adequação do prédio do IPEN que abrigará o Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (CIETEC) com recursos do SEBRAE/SP¹⁰⁷⁰. O IPEN concluiu após 20 anos de pós-graduação 596 dissertações de mestrado e teses de doutorado. Foram fabricados detectores plásticos para a construção de um telescópio, em cooperação com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Foi realizado o primeiro curso de Treinamento em Usos Básicos de Lasers para Micro e Pequenas Empresas para toda a América Latina e Caribe (apoiado pela UNIDO, Centro Latino Americano de Física, ICS, SEBRAE/SP e USP). Realizadas 300 neutrografias para controle de qualidade em componentes do veículo lançador de satélites desenvolvido pelo CTA e em corações artificiais produzidos pelo INCOR¹⁰⁷¹. Foi elaborada a proposta que definiu a missão, os objetivos permanentes e os objetivos atuais do IPEN¹⁰⁷². O IPEN está se adequando administrativamente para obter os certificados de qualidade ISO. Na área administrativa foi aprimorada a informatização de vários setores (almoxarifado, controle patrimonial). A produção técnico-científica do IPEN foi de 478 documentos nacionais, internacionais, teses e capítulos de livro (não incluídos os relatórios técnicos). O curso de pós-graduação manteve o conceito A da CAPES, e atendeu 345 alunos matriculados¹⁰⁷³. Foi instalada uma estação meteorológica completa nas dependências do IPEN conforme previsto no plano de emergência radiológica. Foi iniciada a reestruturação dos laboratórios e do programa de atividades na área do ciclo do combustível¹⁰⁷⁴. Fabricados 10 elementos combustíveis para o reator IEA – R1 (oito do tipo padrão e dois de controle)¹⁰⁷⁵. Na área de bioengenharia o IPEN realizou várias conquistas: obtenção de hidrogel termo-sensível por técnica nuclear para compor sistemas de liberação controlada de medicamentos; extração e caracterização de proteínas alergênicas do látex de borracha natural para a manufatura de materiais de uso médico;

¹⁰⁶⁹ Esse dado é muito importante, pois embora desde o início o reator fora concebido para trabalhar a 5MW como consta de várias publicações do final dos anos cinquenta, ele operava a 2 MW por razões de economia de combustível e depois por razões de segurança. Uma das finalidades desse aumento de potência é a produção de radioisótopos.

¹⁰⁷⁰ O CIETEC foi originado por meio de um convênio entre o SEBRAE/SP, SCTDE, USP, IPT e IPEN. Informe IPEN 1997.

¹⁰⁷¹ Informe IPEN 1997, página 19 – 25.

¹⁰⁷² Informe anual IPEN, 1997, página 41. Esse dado é muito importante, pois reflete a mudança que vinha ocorrendo na Instituição desde o início dos anos noventa e que foi amplamente comentado no texto principal.

¹⁰⁷³ Informe anual IPEN 1997, página 33.

¹⁰⁷⁴ Informe anual 1997 IPEN, página 26. Dado importante para avaliarmos os novos rumos da pesquisa na área nuclear no Brasil.

¹⁰⁷⁵ Informe anual 1997, página 26. todo o núcleo do reator é constituído na presente época de elementos combustíveis fabricados no IPEN.

obtenção de biomateriais para uso em prótese em cooperação com a USP; obtenção do laudo (para teste de toxicidade) do “American College of Laboratory Animal Medicine (EUA)” para o hormônio de crescimento humano. Ainda em 1997 o IPEN forneceu ao Instituto do Coração (INCOR), o flúor-18 FDG (Flúordeoxiglucose). Iniciado um programa de exportações para a Bolívia, Cuba e Argentina.

1998 - Ocorre a inauguração do Centro Incubador de Empresas Tecnológicas e a inauguração do Centro de Processamento de Pós-metálicos¹⁰⁷⁶. O IPEN conta com 1144 servidores. Foram atendidos 1.400.000 pacientes, em todo o país, com radiofármacos, usados para diagnóstico e terapia de diversas doenças, produzidos no IPEN. Entre esses produtos o IPEN comercializou 9135 geradores de tecnécio. O IPEN recebeu da CNEN R\$ 17.440.000,00 (não inclui gastos com pessoal) e faturou com a comercialização de produtos e serviços R\$ 12.127.000,00 em 1998¹⁰⁷⁷. Muito embora o IPEN apresentasse uma porcentagem relativamente pequena de mestres e doutores em seus quadros de 1184 funcionários ativos (117 doutores e 147 em março de 1998) em relação àqueles que foram formados, observa-se que o Instituto contribui para a formação de pesquisadores especializados em reatores nucleares, ciência e tecnologia nuclear, que devem ter sido, no início, absorvidos por empresas particulares e públicas, principalmente como supervisores de proteção radiológica¹⁰⁷⁸. A partir de 1998 o IPEN passa a disponibilizar em rede o sistema de controle orçamentário – licitações, aquisições – com assinatura digitalizada¹⁰⁷⁹. A biblioteca do IPEN foi totalmente reformada com recursos do projeto da infra-estrutura da FAPESP. Ainda com recursos FAPESP foi implantado o sistema de comunicação via “Internet” para os pesquisadores em seus laboratórios e salas, permitindo o acesso aos centros de pesquisas nacionais e internacionais também informatizados¹⁰⁸⁰.

1999 - Ocorre a Certificação ISO –9002, pela fundação Vanzolini, para a produção e controle de qualidade de radiofármacos¹⁰⁸¹. O IPEN contava com 1113 funcionários e 400 estagiários¹⁰⁸². Ainda 42 servidores participam do Plano de Demissão Voluntária, sendo 19

¹⁰⁷⁶ Ver “site” do IPEN de 2003.

¹⁰⁷⁷ Informe IPEN 2000, página 11-12.

¹⁰⁷⁸ Não temos os dados oficiais. Nossa observação foi feita baseando-se naqueles que ou demos aula ou encontramos trabalhando nas firmas anteriormente.

¹⁰⁷⁹ Informe anual IPEN, 1997, página 37.

¹⁰⁸⁰ Essa agilidade dos contactos em um país em que a exclusão também se adentra na área de comunicação dá um novo “status” ao pesquisador.

¹⁰⁸¹ Ver “site” do IPEN de 2003.

¹⁰⁸² 1113 funcionários sendo 12% envolvidos em C&T; 52% envolvidos em desenvolvimento tecnológico; 36% envolvidos em gestão, planejamento e infra-estrutura em C&T. Rodrigues, Claudio; Zouain, Desirée M. Apresentado no Congresso da ABIPTI: Gestão de Institutos de Pesquisa Tecnológica. Fortaleza 18-20 de outubro 2000. Deve ser dada atenção para a porcentagem de funcionários envolvidos em gestão e no número de estagiários que quase ultrapassa a metade de todos os funcionários da Instituição. Em outra publicação consta como 1139 funcionários. Informe IPEN 2000. Apesar do aparente conflito, sabemos que os dados refletem o mês em que foram coletados. Os dados são importantes, no

da área de gestão e 23 da área técnica¹⁰⁸³. Foram atendidos 1.540.000 pacientes, em todo o país, com radiofármacos, usados para diagnóstico e terapia de diversas doenças, produzidos no IPEN. Entre esses produtos o IPEN comercializou 9791 geradores de tecnécio. O IPEN recebeu da CNEN R\$ 18.625.000,00 (não inclui gastos com pessoal) e faturou com a comercialização de produtos e serviços R\$ 14.697.000,00 em 1999¹⁰⁸⁴. Foram irradiados 680km de fio e cabos elétricos utilizando-se o acelerador industrial de elétrons de 65 mA e 1,5MeV. Foram esterilizados 16.150 produtos médicos, cirúrgicos e biológicos utilizando-se dois irradiadores de Cobalto -60 e o acelerador industrial de elétrons de 25mA e 1,5MeV. O IPEN ainda prestou serviço para a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) determinando as vazões nas galerias subterrâneas e canais do complexo industrial desta Companhia¹⁰⁸⁵. Foram produzidas 160 fontes seladas de irídio para gamagrafia industrial e realizados 160 vistorias em irradiadores e acessórios como prestação de serviço atendendo ao mercado nacional e internacional. Na área da agroindústria foi dado prosseguimento à irradiação de alimentos e produtos agrícolas¹⁰⁸⁶. O IPEN iniciou, em colaboração com a empresa HORMOGEN, incubada no CIETEC, a montagem da planta para a produção de hormônio de crescimento recombinante. Foi isolada, purificada e caracterizada a fração do veneno de serpentes com ação contra a Leishmaniose. Também foi obtida a síntese de uma miotoxina da serpente jararacuçu em bactérias – aplicação na produção de soros antiofídicos¹⁰⁸⁷. Foi consolidada a inserção do IPEN no Programa de Ensino de pós-graduação desenvolvido pelo Núcleo de Política e Gestão Tecnológica – PGT da USP, com o início de projetos de mestrado e doutorado com ênfase em gestão tecnológica. Consolidada também a parceria na área de utilização de Lasers na saúde, com a Faculdade de Odontologia da USP – Curso de mestrado profissionalizante em Laser na Odontologia reconhecido pela CAPES/MEC com 25 alunos¹⁰⁸⁸. O IPEN completou 716 títulos de mestrado e doutorado. A pós-graduação recebeu nota 5 da CAPES. O total de publicações científicas foi de 640 itens sendo 115

caso do trabalho, para analisar a evolução do número total de servidores do IPEN e quando possível a porcentagem de servidores que atuam em C&T.

¹⁰⁸³ Destes 19, quatro elementos tinham nível superior e daqueles da área técnica 11 tinham nível superior. Aqui quando nos referimos à área técnica incluímos inclusive os auxiliares de laboratório desde que efetivos da Instituição. Quanto à área de gestão incluímos aqueles que trabalham na administração, na prestação de serviços como manutenção da rede de água, de luz, de informática, do restaurante, da biblioteca etc. Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr. Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁸⁴ Informe IPEN 2000, página 11-12.

¹⁰⁸⁵ Informe anual IPEN 1999, página 12. Esses trabalhos são o fruto das pesquisas que começaram nos anos sessenta e setenta. Ver as referências bibliográficas (Publicações IEA). É importante que se chame à atenção para a mudança de rumo da Instituição – agora é maior o contacto com as indústrias.

¹⁰⁸⁶ Informe anual IPEN 1999, página 12.

¹⁰⁸⁷ Informe anual IPEN 1999, página 11.

¹⁰⁸⁸ Informe anual IPEN 1999, página 23.

em periódicos internacionais e 167 em eventos internacionais¹⁰⁸⁹. O IPEN desenvolveu a tecnologia de fabricação de combustíveis¹⁰⁹⁰ à base de $U_3Si_2 - Al$ e produziu 10 elementos combustíveis sendo dois de controle de $U_3O_8 - Al$ e oito (padrão) de $U_3Si_2 - Al$ para o reator IEA – R1m. Realizado o processamento de UF_4 natural a partir da solução hidrolizada de UF_6 com capacidade de 12 Kg/mês. O IPEN realizou uma série de consultorias para a Eletronuclear S. A.¹⁰⁹¹. O grupo do IPEN que desenvolve projetos na área tecnológica de Lasers (Centro de Laser Aplicado) desenvolveu vários trabalhos de corte, furação, micro-usinagem a laser para empresas como a Smar Equipamentos Industriais Ltda., Instituto de Física da USP, LCT Bureau de Serviços, NUCLEP e Eletrotela Tecnologia Digital, etc. O grupo de laser recebeu o prêmio AGA – ABS 99 como o melhor trabalho apresentado no XXIV Encontro Nacional de Tecnologia de Soldagem em Fortaleza – CE (1998) com o trabalho intitulado “Soldagem de Aço Inoxidável AISI 304 por laser de Nd:YAG”. Na área de biotecnologia o IPEN obteve as primeiras células de epiderme (queratinócitos) cultivadas sobre base polimérica objetivando sua utilização como substituto dermo-epidérmico. Foram avaliados os efeitos citogenéticos “in vivo” e “in vitro” da partícula beta do samário -153 em linfócitos sangüíneos de pacientes com metástase óssea. Utilizada a técnica de eletroforese de microgel para a realização de estudos sobre danos radioinduzidos no DNA e capacidade de reparo celular em pacientes com câncer de mama e em indivíduos sadios¹⁰⁹². Foi iniciada a produção do primeiro protótipo visando à produção nacional de sementes de iodo – 125 para terapia do câncer de próstata. Foi regularizada a produção e a distribuição do radiofármaco 18 FDG, permitindo aos hospitais e clínicas de São Paulo projetar a instalação de PET’s e SPECT’s com base na garantia do fornecimento do radioisótopo. O fornecimento começou em maio de 1998 com uma atividade em torno de 300mCi e em dezembro de 1999 já fornecia em torno de 450 mCi¹⁰⁹³. O mesmo ocorreu com os geradores de tecnécio¹⁰⁹⁴ que eram fornecidos em 1995 com uma atividade total de aproximadamente 10.000 Ci e em 1999 já tinha alcançado em torno de 50.000Ci.

2000 - Ocorre o domínio da tecnologia para a produção de sementes de iodo –125 para terapia de câncer de próstata. Também a parceria com a empresa Biolab – Sanus para a

¹⁰⁸⁹ Informe anual IPEN 1999, página 19-20.

¹⁰⁹⁰ Essa tecnologia permite a elevação da concentração de 2,3 gU/cm³ de $U_3O_8 - Al$ para 3,1 gU/cm³ de $U_3Si_2 - Al$. Informe anual IPEN 1999, página 16.

¹⁰⁹¹ Informe anual IPEN, 1999, página 16.

¹⁰⁹² Informe anual IPEN, 1999, página 11.

¹⁰⁹³ Informe anual IPEN 1999, página 10.

¹⁰⁹⁴ Estes dados e outros testemunham a importância que foi adquirindo na década de noventa o fornecimento de radiofármacos para a sociedade dentro da Instituição e mesmo uma política voltada para a área. O número de pacientes atendidos de 1995 para 1999 praticamente dobrou.

produção comercial de membranas biocompatíveis a base de hidrogel para tratamento de queimados¹⁰⁹⁵. O IPEN conta com 1083 funcionários. Neste ano um funcionário de nível superior trabalhando na área técnica aderiu ao Plano de Demissão voluntária¹⁰⁹⁶. O IPEN, na área de ensino no curso de pós-graduação (em parceria com a USP), teve 320 alunos matriculados em 61 disciplinas. Foram concluídos 54 mestrados e 27 Doutoramentos em cerca de 147 orientadores credenciados. O IPEN obteve, dentro do conceito CAPES, a nota 5. Desde a sua criação a pós-graduação do IPEN/USP já ortogou 797 títulos de mestrado e doutorado. Também iniciou um programa de ensino em nível de graduação. Foram aprovadas pela Pós-Reitoria de Graduação 23 disciplinas das quais 12 foram oferecidas para 120 alunos matriculados¹⁰⁹⁷. Ainda registra-se que o Curso Profissionalizante em Laser na odontologia que começou em 1999 teve 50 alunos inscritos e três dissertações concluídas. A produção científica total do IPEN compreendeu 719 artigos entre periódicos internacionais (134); periódicos nacionais (58); capítulos de livro (5); livros (1); publicações em eventos internacionais (196) e em eventos nacionais (325)¹⁰⁹⁸. O grupo de Rejeitos Radioativos tratou de 1 tonelada de rejeitos sólidos não compactáveis fora os rejeitos líquidos (13,2l) e os 6,6 m³ de rejeitos sólidos compactáveis, 1070 peças de pára-raios, 2160 detectores de fumaça, 733 fontes seladas exauridas¹⁰⁹⁹. O setor de Engenharia, Tecnologia e Ciências Nucleares fabricou 06 elementos combustíveis, sendo 02 elementos de controle com uma concentração de 2,3gU/cm³ de U₃O₈ – Al e 04 elementos padrão de 3,0 gU/cm³ de U₃Si₂ – Al para o reator IEA – R1. Também foram fabricadas 05 miniplacas de U₃Si₂ – Al (4,8 gU/cm³) e 05 miniplacas de U₃O₈ – Al (3,8 gU/cm³) para testes de irradiação¹¹⁰⁰. Ainda em 2000 o Reator IEA – R1 operou em torno de 10 horas por dia levando em conta uma operação de segunda a sexta feira na semana. Esse regime garantiu a produção de radioisótopos para aplicações médicas¹¹⁰¹. Na área industrial e de meio ambiente o IPEN produziu 145 fontes de Irídio seladas para gamagrafia industrial

¹⁰⁹⁵ Ver “site” do IPEN de 2003.

¹⁰⁹⁶ Dados fornecidos pela Divisão de Registros e Pagamentos na pessoa do seu chefe e colaboradores Sr Paulo Roberto de Souza no dia 02/10/2003 pesquisando nos arquivos da Divisão.

¹⁰⁹⁷ Acrescenta-se que foi dada continuidade ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Laser na odontologia (começou em 1999), recomendado pela CAPES e realizado em parceria com a Faculdade de Odontologia da USP. Informe anual 2000, página 33.

¹⁰⁹⁸ Informe anual IPEN 2000. Como o IPEN não é uma instituição puramente científica e trabalha com uma quantidade grande de rotinas e serviços, esse número é expressivo, sobretudo se pensarmos que dos seus 1083 funcionários 13% têm mestrado e 12% doutoramento e 49% são de nível médio.

¹⁰⁹⁹ Estes dados juntamente com outros discutidos ao longo do trabalho mostram a versatilidade da Instituição. Informe IPEN, 2000, página 32.

¹¹⁰⁰ Estes dados são importantes para que se analise a vitória obtida com os trabalhos que começaram ainda na segunda década de cinquenta na Instituição.

¹¹⁰¹ Informe IPEN, 2000, página 29.

além de 150 vistorias em irradiadores do mercado nacional¹¹⁰². O Ipen irradiou para a COFIBAM, PIRELLI e ARGENTUM um total de 7200 Km de fios e cabos elétricos utilizando-se dos aceleradores de elétrons de 65mA e 1,5MeV. Também utilizando uma fonte de Co-60 e um acelerador industrial de elétrons de 25 mA e 1,5 MeV o IPEN radioesterilizou 10.500 produtos para a área médica, área odontológica, para serviços cirúrgicos e para pesquisas na área biológica. Foi atendida a demanda nacional de nitrato de tório (2.450kg). Foram desenvolvido materiais de laser ativo. Foi realizado serviço de corte, furação e soldagem para a Smar Equipamentos Industriais Ltda; Instituto de física da USP, FERROLENE, CSN, White Martins, PUC-RJ, DERIG, ELETROLUX, IPT, NUCLEP e Eletrotela Tecnologia Digital Ltda. A área de Lasers do IPEN em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e do Instituto de Física da USP integram o Centro de Pesquisas em Ótica e fotônica (CEOF) aprovado em agosto de **2000** como um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão criados pela FAPESP. O mesmo ocorreu com a área de Cerâmicas Eletro-eletrônicas do IPEN que passou a integrar o Centro multidisciplinar para o desenvolvimento de Materiais Cerâmicos. O IPEN inicia o projeto em química forense com o apoio da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo¹¹⁰³. Ainda, foi concluído o primeiro protótipo de um LIDAR (Light Detection and Ranging) para a detecção de poluentes no Município de São Paulo com o do PADCT/FINEP, com a colaboração da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, do INPE. Foram realizadas as primeiras medidas do perfil vertical de aerossóis na cidade de São Paulo. Foram realizadas as avaliações da qualidade ambiental das Bacias do Mogi e Pardo em São Paulo¹¹⁰⁴. Foi realizado o desenvolvimento do protótipo de célula combustível tipo PEM para aplicações estacionárias e veiculares. Foram desenvolvidos componentes cerâmicos, para célula combustível tipo SOFC, para a geração de energia. Foram obtidos vidros niobiofosfato de bário que são potenciais hospedeiros de centros lasers na região do infravermelho. Também foram sinterizados vidros niobiofosfato de bário (ou chumbo) para serem utilizados na imobilização de rejeitos radioativos e industriais¹¹⁰⁵. Na área da saúde, o IPEN aumentou em torno de 14% a produção de radiofármacos em relação a 1999 sendo responsável pelo atendimento de 1,75 milhões de pacientes. Desde 1995 houve um

¹¹⁰² Estes dados são importantes para que se tenha uma dimensão da interação da Instituição com a sociedade. Informe IPEN 2000, página 25. Acrescentamos que essas atividades foram se tornando mais importantes a partir da década de 90.

¹¹⁰³ Este também foi um filão de pesquisa que foi testado inicialmente pelo professor Fausto W. de Lima no passado. Em 2003 o IPEN estava atuando ativamente nessa área sob a liderança do Doutor Jorge Sarkis. Informe IPEN 2000, página 27.

¹¹⁰⁴ Destacamos essa atividade para enfatizar linhas de pesquisas que começaram lá no passado (anos setenta) e foram interrompidas. Informe IPEN 2000, página 27.

¹¹⁰⁵ Informe IPEN 2000, página 25-27.

crescimento de cerca de 120% na produção de radiofármacos¹¹⁰⁶. Também foi consolidada a parceria com a BIOLAB-SANUS (Grupo União Química) para a produção comercial de material polimérico para aplicação em queimados (transferência de tecnologia). Foi desenvolvido e implantado o processo de radioesterilização para tecidos do Banco de Tecidos instalado no Hospital das Clínicas da USP. Ainda foi consolidada a parceria com a empresa Dental Morelli para o desenvolvimento de um processo de esterilização para elásticos antialérgicos para uso em aparelhos ortodônticos. Foi montada na empresa Hormogem uma planta piloto de fermentação para a produção do hormônio de crescimento recombinante com tecnologia desenvolvida no IPEN. Nesta área ainda constatamos avanços significativos nas etapas de obtenção, purificação e caracterização de hormônios hipofisário Prolactina Humana – hPRI em bactérias e células de mamíferos¹¹⁰⁷. Foram atendidos 1.750.000 pacientes, em todo o país, com radiofármacos usados para diagnóstico e terapia de diversas doenças, produzidos no IPEN. Entre esses produtos o IPEN comercializou 10545 geradores de tecnécio. O IPEN recebeu da CNEN R\$ 23.510.000,00 (não inclui gastos com pessoal) e faturou com a comercialização de produtos e serviços R\$ 18.793.000,00 em 2000. Neste ano o governo gastou com pessoal R\$ 56.116,00. Portanto o IPEN faturou 23,6% do orçamento investido o que não é ruim, face ao fato de que o comércio da Instituição não ter caráter de lucro.¹¹⁰⁸ Foi realizado o primeiro seminário de avaliação do plano diretor do Instituto. O IPEN participa do Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica (ABIPTI – MCT/CNPq).

2001 - Ocorre o convênio entre o IPEN e a Alcoa para desenvolvimento de materiais cerâmicos. Também o acordo entre o IPEN e a UNIENP para criação de cursos de mestrado profissionalizantes e estruturação de um Núcleo de Divulgação Científica. Convênio entre o IPEN e a fundação Antônio Prudente para desenvolvimentos na área de física radiológica¹¹⁰⁹. O IPEN produziu e distribuiu 11.300 geradores de tecnécio (principal radiofármaco usado em medicina nuclear). A região sudeste continua a ser a depositária de tal benefício com 64% dos radiofármacos produzidos pelo IPEN sendo aí distribuídos. Os radiofármacos produzidos pelo IPEN beneficiaram (2001) 1.870.000 pacientes. O IPEN

¹¹⁰⁶ Foi ampliada a produção e distribuição do radiofármaco 18 FDG. Isso permitiu que os hospitais e clínicas de São Paulo projetassem a instalação de câmaras PET e SPECT uma vez que ficou garantido o fornecimento do radioisótopo. Foi concluída a instalação da unidade de produção de iodo-123 inteiramente projetada e construída por técnicos do IPEN. Foi dominada a tecnologia da produção de sementes de iodo-125 usado para terapia de câncer de próstata. Informe IPEN 2000, página 22.

¹¹⁰⁷ Todas essas configurações relativas ao ano 2000 estão aqui postas para que avaliemos a dimensão de quase cinquenta anos de experiência ainda mais que não é nada fácil gerenciar uma instituição do porte do IPEN em um país em que o volume de verba é tão reduzido para C&T. Todos esses dados podem ser encontrados em documentos, trabalhos e no informe IPEN 2000.

¹¹⁰⁸ Informe IPEN 2000, página 11-12.

¹¹⁰⁹ Ver “site” do IPEN do ano 2003.

processou 11.723km de cabos e fios elétricos por irradiação. (crescimento de 64% em relação a 2000). Esterilizou 14.710 produtos médicos, farmacêuticos e biológicos (crescimento de 47% em relação ao ano anterior)¹¹¹⁰. O programa de pós-graduação do IPEN/USP – tecnologia nuclear completou 25 anos de existência e foi avaliado pela CAPES-MEC como de excelência, classificado entre os melhores do país. Desde a sua criação já ortogou 880 títulos de mestrado e doutorado. A produção científica total foi de 933 publicações (1% capítulos de livro; 22% eventos internacionais; 19% eventos nacionais; 23% periódicos internacionais; 5% periódicos nacionais e 30% de relatórios técnicos)¹¹¹¹. O IPEN faturou com a comercialização de produtos e serviços tecnológicos, incluindo radiofármacos o valor de R\$ 21.571.721,00 (cerca de 14% a mais em relação ao ano anterior). O orçamento total do IPEN foi de R\$ 76.973.000,00: 85% destinaram-se ao pagamento de pessoal e, 31% para custear investimentos (6% para pesquisa e desenvolvimento; 8% para infra-estrutura; 17% custeio da produção de radioisótopos). Nos últimos sete anos, o faturamento do IPEN cresceu 162% para um crescimento menor do que 93% no seu orçamento¹¹¹². O IPEN em 2001 tem 1091 funcionários sendo que 27% têm mestrado ou doutorado (56% de nível médio). O número atual de servidores do IPEN é 16% menor do que em 1995. Ainda na área de biomateriais o IPEN teve realizações expressivas: instalada a unidade piloto para produção de membranas tipo hidrogel dentro da parceria IPEN/BIOLAB-SANUS firmada em 2000. Foi instalada uma unidade piloto de fabricação de membranas tipo hidrogel usando material polimérico desenvolvido no IPEN. O grupo de proteínas do IPEN foi convidado para integrar o Centro de Toxicologia aplicada – CAT, um dos dez Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPIDs) selecionados. Concluído o estudo, patrocinado pela OMS, para definição do primeiro Padrão Internacional de Prolactina glicosada. Foi estabelecida a parceria entre o IPEN, SABESP e CETESB para o mapeamento do teor de antimônio em águas municipais do Estado de São Paulo. O grupo que se ocupa das pesquisas na área de células combustíveis desenvolveu novas formulações para a fabricação de eletro-catalizadores de células PEN e de métodos de caracterização química, eletroquímica e morfológica. O grupo de aplicações e tecnologia laser teve aprovado pela FAPESP o projeto para a construção do Laboratório de Lasers de Altíssima Potência – t – cubo que vai permitir o desenvolvimento pioneiro de pesquisas e aplicações nas áreas de biotecnologia, monitoração ambiental, materiais

¹¹¹⁰ Informe anual IPEn 2001, página 15. Atenção deve ser dada ao crescimento dessas atividades no IPEN levando-se em conta que o mesmo não está acontecendo de maneira significativa com as atividades industriais no país no mesmo período.

¹¹¹¹ Informe anual IPEN, página 21.

¹¹¹² Informe IPEN anual 2001, página 16 a 19.

nucleares, usando Lasers de TW de potência pico. Foi concluído o sistema de monitoração ambiental – LIDAR e foram obtidos os primeiros dados sobre a distribuição de particulados na atmosfera de São Paulo. Iniciado o programa de colaboração com o programa internacional Pierre Auger, na área de astrofísica, para a construção de um sistema LIDAR para ser instalado no Chile¹¹¹³. Foram fabricadas as placas combustíveis de 10 elementos para o reator IEA-R1m do IPEN¹¹¹⁴. Foi fechado um acordo de prestação de serviço de irradiação de silício monocristalino para fins de dopagem com fósforo com a empresa TOPSIL da Dinamarca. O curso de mestrado profissionalizante em Laser na Odontologia realizado em parceria com a Faculdade de Odontologia da USP foi reconhecido pela USP como um curso de pós-graduação interunidade. Iniciado em 1999 já ortogou 41 títulos de mestrado. O curso de pós-graduação do IPEN/USP já ortogou 880 títulos de mestrado e doutoramento. A CNEN faturou R\$ 23.685,00 sendo que deste, R\$21.752,00 são provenientes do IPEN (92%). Esta porcentagem vem aproximadamente se mantendo nos últimos anos, variando entre 85% em 1997 até 90% em 2000¹¹¹⁵. A parceria IPEN/CNEN, USP, SCTDE, SEBRAE/SP, MCT, IPT que resultou no “campus” do IPEN do CIETEC ampliou com recursos da FINEP, SEBRAE/SP e SCTDE (R\$1milhão) de 1200 m² para 3600 m² o espaço utilizado pelo CIETEC. No final de 2001 o CIETEC contava com 53 empresas incubadas¹¹¹⁶.

2002 - O professor Doutor Marcello Damy de Souza Santos recebeu o título de Cidadão Paulistano pelos trabalhos prestados a São Paulo e ao Brasil na área nuclear. A pesquisadora Doutora Constância Pagano da Silva recebeu o título de Pesquisador Emérito do IPEN. O IPEN recebe a Medalha de Prata do Prêmio Paulista de Qualidade da Gestão – PPQG Ciclo 2002. Os Centros de Aceleradores Ciclotron, de Engenharia Nuclear e do Reator de Pesquisa recebem certificação ISO 9001:2000 pela fundação Carlos Alberto Vanzolini. O Centro de Radiofarmácia tem confirmada a certificação . O desenvolvimento de tecnologias para aprimorar o setor cerâmico brasileiro é objetivo principal do Convênio assinado entre o IPEN e o Centro Cerâmico do Brasil (CCB). O IPEN e a Fundação Antônio Prudente assinam um convênio de cooperação técnico – científica nas áreas acadêmicas e de física radiológica. Convênio entre o IPEN e a Secretaria de Segurança Pública/ Superintendência da Polícia Técnico- Científica para desenvolvimento de pesquisas e intercâmbio de técnico e pesquisadores. O IPEN e o Centro Tecnológico da

¹¹¹³ Informe anual IPEN 2001, página 35-36.

¹¹¹⁴ Informe anual IPEN, página 40.

¹¹¹⁵ Informe anual IPEN, página 51.

¹¹¹⁶ Informa anual IPEN 2001, página 59. Atenção que esse dado reforça a nossa tese de que o IPEN nunca mais foi o mesmo depois da passagem da Marinha pela Instituição.

Marinha em São Paulo realizam convênio de cooperação técnico-científica nas áreas de engenharia, operação de reatores e ciclo do combustível nuclear¹¹¹⁷.

2003 - O IPEN conta com 1087 funcionários na ativa e 298 aposentados¹¹¹⁸. O pesquisador Doutor Fausto W. de Lima recebeu o título de Pesquisador Emérito no IPEN. Estamos no governo do Presidente Luis Inácio Lula da Silva. O Superintendente do IPEN é o Dr. Cláudio Rodrigues.

¹¹¹⁷ Ver “site” do IPEN de 2003.

¹¹¹⁸ Destes aposentados alguns continuam trabalhando seja ocupando posição de chefia ou trabalhando sem ônus em laboratório, orientando etc. Citamos alguns: Martha Marques Ferreira Vieira que além de assumir o Comitê de Ética, ministra aulas de pós-graduação no mestrado profissionalizante e acadêmico além de orientações. Outro exemplo é o professor Alcídio Abrão que continua atuando realizando pesquisas e orientando. A Doutora Letícia Lucente Campos que além de chefiar, atualmente sem ônus a Divisão de Dosimetria e Calibração do Centro de Proteção Radiológica também continua orientando alunos. O professor Doutor Gian Maria A. A. Sordi que depois de anos de aposentadoria continua assessorando o grupo de Proteção Radiológica do IPEN, participando de Congressos, orientando, ministrando aulas de pós-graduação. A Doutora Constancia Pagano da Silva é outro exemplo de dedicação ao Instituto. A Doutora Brigitte R. Pecequillo que já poderia ter se aposentado continua trabalhando, orientando, ministrando cursos de pós-graduação. O próprio Superintendente, Doutor Claudio Rodrigues também se encontra na lista dos aposentados.

Anexo III

Reator IEA - R1m¹¹¹⁹

O reator de pesquisa IEA – R1m foi inaugurado com o nome de Reator IEA – R1 em 1957. Posteriormente, após a grande reforma de 1996, passou a se chamar Reator IEA-R1m.

Este reator foi projetado para pesquisa, imerso em uma piscina (reator de piscina) contendo água desmineralizada e dividida em dois compartimentos que podem ser separados por meio de uma comporta metálica. Essa divisão permite, quando necessário, que se faça a drenagem da água para eventual manutenção. Um dos compartimentos contém o núcleo do reator. No início, foi utilizado principalmente para experimentos de física nuclear e testes que verificavam as suas condições de operação. Logo se descobriu que estava ocorrendo vazamento dos elementos combustíveis. Isso foi discutido no texto principal desse trabalho de doutoramento.

Embora falemos o tempo todo que ele foi concebido para operar a 5MW, sabemos que isso não ocorreu quando analisamos os trabalhos publicados. Percebe-se que não havia um regime definido e isso é confirmado em um documento interno do Departamento¹¹²⁰. Até 1967 a sua potência de operação variou entre 200kW e 2Mw. Posteriormente a essa data com a produção de rotinas, sobretudo de iodo 131, passou a operar a 2MW por um período de 8 horas por dia durante a semana de segunda a sexta. No entanto não manteve sempre esse regime tendo que parar para manutenção várias vezes. Foram várias as utilizações do reator, incluindo pesquisas de radioquímica, física nuclear, produção de radioisótopos para uso em medicina, indústria e agricultura, irradiação de materiais dosimétricos, testes de detectores, irradiação de placas combustíveis, irradiação de materiais para estudos de danos de irradiação, etc.

A partir do final do ano de 1996, o reator passou a operar 64 horas contínuas na semana, visando a produção de samário 153. Todo esse tempo o reator operava a 2MW. A partir de 1997, após uma grande reforma, comentada no texto principal, o reator passou a operar a

¹¹¹⁹ Nesse anexo serão feitas algumas poucas considerações técnicas que não cabiam no texto principal para facilitar a visualização do que é o reator IEA-R1m

¹¹²⁰ Relatório interno, sem data (provavelmente de 2002) e sem autor fornecido pelo Doutor Roberto Frajndlich em 2003.

5MW com a finalidade de aumentar a quantidade de amostras irradiadas e produzir novos radioisótopos para atender a crescente demanda nacional. Não obstante esse regime de operação continuou por somente 6 meses (abril de 1998), esperando que ficassem prontas as células de produção do molibdênio 99 e iodo 131..

Hoje (final de 2003), o reator ainda opera a 2MW, embora tenha condição de operar a 5MW, pois a queima do combustível a uma maior potência implica uma maior troca dos elementos combustíveis, não estando a Instituição ainda em condição de fazê-lo em grande quantidade. Na atual estrutura do IPEN o reator IEA –R1m faz parte do Centro do reator de Pesquisa (CPRq).

No decorrer dos 44 anos o reator sofreu várias reformas para se adequar às normas de segurança mais recentes, e uma delas, comentada no texto principal, ocorreu em 1996 e 1997. Essas reformas tornaram o reator extremamente seguro quanto às normas de proteção radiológica. Dentro da estrutura do reator, sempre existiu uma área responsável pela manutenção e uma externa à sua estrutura que é responsável pelo cumprimento das normas de proteção radiológica. Essas equipes garantem o cumprimento das normas de segurança do reator e o seu bom funcionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, JOSÉ AUGUSTO GUILHON (2000) - Organizador. *Sessenta anos de política externa brasileira.(1930-1990). Prioridades, atores e políticas*. São Paulo. Núcleo de pesquisas e relações internacionais da USP.

ALVES, JERONIMO. *O movimento pela ciência pura e a Academia Brasileira de Ciências*. Quipu, vol. 8, 1(1991).

ALVES, REX NAZARÉ (1987). *Programa nuclear brasileiro*. Apresentado na subcomissão dos direitos políticos, dos direitos coletivos e garantias da comissão da soberania e dos direitos e garantias do homem e da mulher da Assembléia Constituinte em 06/05/1987.

D'AMICO, FLAVIO; HAMADA, MARGARIDA MIZUE; MESQUITA, CARLOS HENRIQUE de; VIEIRA, JOSÉ MAURO; COSTA Jr., NÉLSON PEREIRA da; VILLELA, THYRSO; BRAGA, JOÃO (1999). *Development of large volume organic scintillators for use in the MASCO telescope*. Nuclear instruments and methods in physics research A 422.

ARAUJO, MARIA CELINA DE; CASTRO, CELSO- organizadores (1998). *Ernesto Geisel*. São Paulo. Fundação Getúlio Vargas.

ARRIGHI, GIOVANNI (1996). *O longo século XX. Poder e as origens do nosso tempo*. Contraponto/UNESP. Rio de Janeiro. Brasil.

ARRIGHI, GIOVANNI (1997). *A ilusão do desenvolvimento*. Petrópolis: Vozes.

ATALLA, L. T.; ABRÃO, A. (1989). *Reaproveitamento de urânio residual e de ácido fluorídrico no filtrado do tetrafluoreto de urânio obtido por via aquosa*. Publicação ACIESP, número 68.

AUGER, PIERRE (1975). *Ciência e mitos. Livros de bolso "O Correio da UNESCO"*. São Paulo. Editora Getúlio Vargas.

BARROSO, ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA; IMAKUMA, KENGO (2000). *Exercício de prospecção na área nuclear*. Revista Inteligência Empresarial. Número 5, 16-27, (outubro, 2000).

BASTOS, WILMA DOS SANTOS(2002). *Uma introdução a reatores rápidos de IV geração*. Não publicado.

BARLETTA, MICHAEL (1997). *The military nuclear program in Brazil*. Center for International Security and Arms Control. Stanford University.

BATISTA, JR., PAULO NOGUEIRA (1997). *Globalização e administração tributária*. Princípios/revista teórica, política e de informação.N o 46 Anita. São Paulo.

BEARD, CHARLES (1935). *That noble dream*. The American historical review. New York, 41 1(1935), p. 74- 87.

BENNETT, BURTON; BOUVILLE, ANDRÉ; HALL, PER; SAVKIN, MIKHAIL STORM, HANS (2000). *Chernobyl Accident: Exposure and effects*. 10th International Congress of the International Radiation Protection. Conference Center, Hiroshima, Japan. May 14-19, 2000.

BERNAL, JOHN D. *Historia social de la ciencia, la ciencia em la historia*. Barcelona: Ediciones península M. R.,1973. Título original: *Science in History*. London: Watts & Co., 1954.

BERNAL, JOHN D. *Science in History*. London: Watts & Co., 1954.

Bezerra, A F. A; Narain. R. (1985). *Uma avaliação do mapeamento do fluxo de nêutrons no conjunto subcrítico Resuco, através de componentes fundamental e harmônicos*. Anais do V Encontro Nacional de Física de Reatores. CNEN. Rio de Janeiro.

BEZERRA, A. F. A.; NARAIN, R. (1986). *Selection of an optimum position for transient flux measurement in subcritical system Resuco*. Anais do I Congresso Geral de Energia Nuclear. Rio de Janeiro

BEZERRA, A. F. A.; NARAIN, R. R. (1987). *Experimental evaluation of the physical separation to achieve neutronic decoupling under water*. Anais do VI Encontro de Física de Reatores. São José dos Campos.

BIASI, RENATO de (1979). *A energia nuclear no Brasil*. Rio de Janeiro. Atlântida editora e distribuidora de livros Ltda.

BÍBLIA de JERUSALÉM (2000). 9^a edição. São Paulo: Sociedade Bíblica Católica Internacional e Paulus. Tradução dos originais e tradução das introduções e notas de “La Sainte Bible, sob a direção da École Biblique de Jerusalem”. 1973.

BIONDI, ALOYSIO (2001). *O Brasil Privatizado. Um balance do desmonta do Estado*. São Paulo.Fundação Perseu Abramo. Décima reimpressão.

BIONDI, ALOYSIO (2001). *O Brasil Privatizado. O assalto das provatizações*. São Paulo. Fundação Perseu abramo. Segunda reimpressão.

BOFF, LEONARDO (1999). *Ética da vida*. Brasília. Letraviva.

BLOCH, MARC in memoriam matris amicae. *Introdução à História*. Portugal. Publicações Europa-América (1965). Título original: *Apologie pour l’histoire ou métier d’historien*. Librairie Armand Colin. Tradução Maria Manuel Miguel e Rui Grácio.

BREDA, FRANCISCO JOSÉ; PÉREZ, HOMERO E. BAÑADOS; VIEIRA, JOSE MAURO. *Projeto, construção e testes de câmara de ionização de poço para detecção dec radiação beta e gama*. Proceedings do Terceiro Congresso Geral de Energia nuclear (22-27/04/1990). Rio de Janeiro.

- BURKE, PETER (1992). *A escrita na história. Novas perspectivas*. São Paulo. UNESP.
- CABRAL, MILTON (1983). *A questão nuclear. Relatório da Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado Federal sobre o Acordo com a República Federal da Alemanha*, Brasília, Gráfica do Senado, 1982 (*Diário do Congresso Nacional*, 1982).
- Cabral, Milton (1983)... *A questão nuclear. Relatório da Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado Federal sobre Acordo Nuclear do Brasil com a República Federal da Alemanha*. Brasília. Volume VI, Tomo III. Anexos: Atas e depoimentos.
- CALVIN WILLIAN H.(1998). *Como o cérebro pensa. A evolução da inteligência, ontem e hoje*. Rio de Janeiro. Cência atual Rocco. Edição original: How brains think. Evolving intelligence, then and now (1996).
- CALVO, WILSON APARECIDO PAREJO; HESS JUNIOR, ARTHUR; MACIEL, RUDINEI DE BRITO. *Desenvolvimento de cabos de isolamento mineral para instrumentação nuclear de reatores*. Proceedings do Terceiro Congresso Geral de Energia Nuclear (22-27/04/1990). Rio de Janeiro.
- CANO, WILSON (1985). *Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil. (1930-1970)*. São Paulo. Global editora.
- CAMÕES, LUÍS (1977). *Versos e alguma prosa de Luís de Camões*. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian.
- CAMPOS, MÁRCIA PIRES de (1999). *Torônio no ar: avaliação da dose ocupacional*. Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de tecnologia Nuclear - Aplicações. IPEN: São Paulo, 1999.
- CARDOSO, CIRO FLAMARION; BRIGNOLI, HÉCTOR PEREZ. *Os métodos da história. Introdução aos problemas, métodos e técnicas da história demográfica, econômica e social*. Rio de Janeiro: Graal, 1979. Título original: Los métodos em la historia.
- CARRION, RAUL (1996). *A escola dos Annales e a Nova Historia*. Revista Princípios. 42, outubro (1996). São Paulo: editora Anita.
- CARVALHO, VERA MARIA de; COSTA, VERA RITA – coordenadoras (1998). *Cientistas do Brasil. Depoimentos*. São Paulo. SBPC.
- COHEN, BERNARD L.; LEE, I. SING (1979). *Health Physics*, 36, 702-707.
- COLIN, RONAN (1998). *Histoires mondiale des sciences*. Seuil. França.
- COMISSÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM ENERGIA NUCLEAR (CONTREN). *A energia nuclear no Brasil. Proposta para estruturação do setor*. Belo Horizonte, 1995.
- CNEN (1959). *Átomos de paz para o Brasil*. Separata do “O observador econômico e financeiro”, 280, junho de 1959.

CNEN (1994). *Avaliação radio sanitária na região sob influência da companhia Brasileira de Metalurgia e mineração. Programa de monitoração ambiental. Fase 1.* RC-CT6-02/94. Relatório interno. Julho de 1994.

CROCE, BENEDETTO (1965). *Historia y cronica*. In teoria e historia de la historiografia. Tradução de Eduardo J. Prieto Buenos Aires, Editorial Escuela, 1965.

COULANGES, FUSTEL de (1965). *Histoires des institutions politiques de l'ancienne France*. In Ehrard, J. & Palmade, G. P. – L'histoire. 2^a ed. Paris: A. Colin, 1965.

CROFT, J. R.(s/d). *Summary of major accidents with radiation sources and lessons learned*. IAEA-CN-70/B1.1

DAMY SOUSA SANTOS, MARCELLO (1994). *Série depoimentos sobre energia nuclear*, vol I. São Paulo, 1994. Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares.

DAMY SOUSA SANTOS, MARCELLO (1998). *Cientistas do Brasil. Depoimentos*. Coordenado por: Carvalho, Vera Maria de; Costa, Vera Rita da (1998). São Paulo. SBPC.

DANTES, MARIA AMÉLIA M. (1988). *Fases da implantação da ciência no Brasil*. Quipu, vol. 5, 2 (1988).

DELEMEAU, JEAN (1990). *História do medo no Ocidente 1300-1800*. São Paulo: Editora Schwarcz Ltda. Título original: *La peur en Occident (XIV^e - XVIII^e): une cité assiégée*. Librairie Arthème Fayard.(1978).

DETOEUF, MARIE – SIMONE. *La danse de l'univers*. Paris: Groupe de liaison pour l'action culturelle scientifique (GLACS). 1986.

DUMAS, MAURICE. *L'histoire des techniques; son objet, ses limites, ses méthodes*. Revue d'histoire des Sciences, XXII, 1(1969).

DRUMMOND de ANDRADE, CARLOS (1999). *Sentimento do mundo*. RIO DE Janeiro. Record.

DRUMMOND de ANDRADE, CARLOS. *Antologia poética*. Rio de Janeiro. Record.

EAGLETON, TERRY (1997). *Ideologia. Uma introdução*. São Paulo: Boi Tempo/UNESP. Título original: *Ideology. An introduction*. 1991.

ESCHER, M. C.(1995). *Taschen postcardbook*. Alemanha. Cordon Art-Baarn- Holland.

ELETROBRÁS (1993). *Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015*. Projeto 4: a oferta de energia elétrica/energia nuclear. Brasil, 1993.

ENGELS, F. (1983). *Ciência e ideologia na história: a situação do historiador marxista*. In: Fernandes, Florestan (org.), K. Marx; F. Engels: história. Tradução de Florestan Fernandes et al. São Paulo: Ática, p. 475-481. (Grandes cientistas Sociais, 36)00.

FAUSTO, BÓRIS (1984). *História geral da civilização brasileira. O Brasil republicano. Economia e política (1930-1964)*. São Paulo: DIFEL/ Difusão editorial S. A.

FAUSTO, BÓRIS (1999). *História do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1999.

FAVIER, JEAN (1985). *Lês archives*. Paris. Presses Universitaires de France.

FEBVRE, LUCIEN (1970). *De 1892 a 1933: examen de conciencia de una historia y de um historiador*. In: Combates por la historia. Tradução de Francisco J. Fernandez Buez e Enrique Argullol. Barcelona: ediciones Ariel.

FERREIRA, MARIETA de MORAES; FERNANDES, TÂNIA MARIA; ALBERTI, VERENA – orgs. (2000). *História oral. Desafios para o século XXI*. Rio de Janeiro. Fio Cruz.

FERREIRA, MARIETA de MORAES; AMADO, JANAÍNA (2001), Organizadoras. *Usos e abusos da história oral*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 4ª edição.

FIORI, JOSÉ LUÍS (2003). *O vôo da coruja. Para reler o desenvolvimento brasileiro*. Rio de Janeiro. Record.

FRANCO, E. G.; LINARDI, Marcelo; Aricó, E. (2001). *Formulação de novos eletrocatalisadores pelo método de Bönnemamm para oxidação da mistura H₂/CO e metanol em células a combustível a membrana trocadora de prótons*. XI simpósio Brasileiro de Eletroquímica e eletroanalítica XII SIBEE. 2001, Rio Grande do Sul.

FRANCO, E. G.; Neto, Neto, A.OLIVEIRA; LINARDI, M.(2002). *Syntesis of electrocatalyst by the Bönnemann method for the oxidation of methanol and the mixture H₂/CO in a proton exchange membrane fuel cell*. J. Braz. Chem. Soc. Volume 13, número 4. Página 516-521.

FRAJNDLICH, ROBERTO(1981). *Theoretical studies for the conversion from high enrichment fuel to low enrichment fuel for the research reactor IEA-R1 at IPEN, São Paulo, Brazil*. Interner Berict KFA, IRE, IB-5/82. Alemanha Ocidental..

FRAJNDLICH, ROBERTO (1986). *Calculation of reactivity and thermal neutron flux for different configurations enrichment and U-235 mass in IEA-R1 reactor, São Paulo ,Brazil*. Atomindex, vol 17, num 13 de 16/07/1986, referência 045242.

FRAJNDLICH, ROBERTO.(2000). *The operational and logistic experience on transportation of Brazilian spent fuel to USA*. Proceeding of the International Meeting on reduced enrichment for research and test reactors (ANL/TD/TM01 -12), Las Vegas, NEVADA. EUA. 1-6/10/2000.

FRANZEN, H. R. (1966). *Cálculo da massa de óxido de urânio para arranjo subcrítico Re-suco*. Publicação IEA número 130. São Paulo

FRANCO, E. G.; ARICÓ, E.; LINARDI, MARCELO; ROTH, C.; MARTZ, N.; FUESS, H. (2001). *Syntesis and characterization of eletrocatalyst powders for application in*

PEM Fuel Cells. 3rd International Latin-American Conference on Powder technology, 2001, Florianópolis. Brasil.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1981). *Theoretical studies for the conversion from high enrichment fuel to low enrichment fuel for the research reactor IEA-R1 at IPEN*. São Paulo, Brazil. Interner Berict KFA, IRE, IB-5/82. Alemanha Ocidental.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1986). *Calculation of reactivity and thermal neutron flux for different configurations enrichment and U-235 mass in IEA-R1 reactor*. São Paulo, Brazil. Atomindex, vol 17, num 13 de 16/07/1986, referência 045242.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1986). *. Calculation of reactivity and thermal neutron flux for different configurations enrichment and U-235 mass in IEA-R1 reactor*. São Paulo, Brazil. Atomindex, vol 17, num 13 de 16/07/1986, referência 045242.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1986). *Calculation of reactivity and thermal neutron flux for different configurations enrichment and U-235 mass in IEA-R1 reactor*. São Paulo, Brazil. Atomindex, vol 17, num 13 de 16/07/1986, referência 045242.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1986). *Calculation of reactivity and thermal neutron flux for different configurations enrichment and U-235 mass in IEA-R1 reactor*, São Paulo, Brazil. Atomindex, vol 17, num 13 de 16/07/1986, referência 045242.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1998). *The conversion and power upgrading of IEA-R1: experience and perspectives*. 21 st RERTR “ Reduced enrichment for research and test reactors”. São Paulo, Brasil. 18-23/10/1998..

FRAJNDLICH, ROBERTO (1998). *The operational and logistic experience on transportation of Brazilian spent fuel to USA*. Proceeding of the International Meeting on reduced enrichment for research and test reactors (ANL/TD/TM01 -12), Las Vegas, Nevada. EUA. 1-6/10/2000.

FROMM, ERICH (1988). *O espírito de liberdade*. Rio de Janeiro. Guanabara. 4ª edição.

FURTADO, CELSO (1999). *O longo amanhecer. Reflexões sobre a formação do Brasil*. São Paulo. Paz e terra.

FURTADO, CELSO (2000). *Introdução ao desenvolvimento*. São Paulo. Paz e terra.

FURTADO, CELSO (2002). *Em busca de novo modelo*. São Paulo. Paz e terra.

GALANTE, A. M.; RZYSKI, B. M.; RODRIGUES, LETÍCIA L. CAMPOS (2000). *Caracterização do nitrato de potássio como material dosimétrico para processos industriais por radiação*. V Encontro Nacional de Aplicações Nucleares – ENAN, 2000. Rio de Janeiro.

GAROZZO, FILIPPO (1975). *Os homens que tentaram mudar a humanidade*. São Paulo: Editora Três.

GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; FIGUEIREDO F?; MIRANDA, PAULO *Projeto diagnóstico: Metais Radioativos, tório e urânio*. (não publicado). Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais .1996

GIROTTI, CARLOS ALBERTO (1983). *Brasil: Estado nuclear e democracia*. Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção de grau de Mestre em Ciências Sociais, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. (1983).

GOFF, JACQUES le (1990). *O singular e o universal: generalizações e singularidades da história*. In: História e memória. Tradução de Bernardo Leitão e Irene Ferreira. Campinas: editora da Universidade Estadual de Campinas, 1990.

GOFF, JACQUES LE (1996). *História e memória*. 4ª ed. Campinas: Unicamp: Edição original: Storia e memoria.

GOLDSCHMIDT, BERTRAND. *Le complexe atomique. Historie politique de l'énergie atomique*. Paris, Fayard, 1980.

GONÇALVES, JOSÉ MOURA (1998). *Cientistas do Brasil. Depoimentos*. Coordenado por: Carvalho, Vera Maria de; Costa, Vera Rita da (1998). São Paulo. SBPC.

GORDON, ANA MARIA PINHO LEITE; MUCCILLO, R. (1979). *Thermal neutron detection by activation of CaSO 4 :Dy + KBr thermoluminescent phosphors*. International Journal of Applied radiation & Isotopes, volume 30,1979.

GORDON, ANA MARIA PINHO LEITE, CAMPOS, LETÍCIA LUCENTE; KATHURIA, SATYA PAL (1980). *Monitoração ambiental e pessoal da radiação gama com dosímetros termoluminescentes de CaSO4:Dy*. 32 a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

GORDON, ANA MARIA P. L.; LAS, WANDA C. (1983). *Estudo das linhas RPE em CaSO4:Dy submetido a altas exposições*. 35a Reunião Anual para o Progresso da Ciência.1983.

GORDON, ANA MARIA PINHO LEITE.(1985). *Dosimetria termoluminescente: aplicações na medida de níveis de radiação ambiental*. 37 a Reunião Anual para o Progresso da Ciência.

GORDON, ANA MARIA PINHO LEITE (1997). *Reflexões sobre as fontes para a "memória" e história da tecnologia do ciclo do combustível no IPEN*. Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Anais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência. 4-7/06/1997.

GORDON, ANA MARIA PINHO LEITE (2000). *Notícias dos viajantes europeus que visitaram o Brasil no período colonial – implicações na cultura européia com ênfase para as ciências exatas*. Actas do primeiro congresso luso-brasileiro de história da ciência e da técnica pág. 184-200. Universidade de Évora/Aveiro. Portugal. 2001.

GORSKI, MARIA SILVIA; BRUZINGA, LIMA, WANDERLEY de. *Contribuição ao desenvolvimento de detectores metálicos Geiger-Müller, halogenados com janela de mica. Proceedings do Terceiro Congresso de Energia Nuclear (22-27/04/1990).* Rio de Janeiro.

GROSSI, F. H.; RODRIGUES, LETÍCIA L. CAMPOS (2001). *Studies on UV induced phototransferred thermoluminescence in CaSO₄:Dy pellets.* 13 Th International conference on solid State dosimetry, 2001. Atenas.

GROSSI, F. H.; RODRIGUES, LETÍCIA L. CAMPOS (2002). *Aplicação da termoluminescência fotoestimulada na área oftalmológica usando-se CaSO₄:Dy.* VI ENAN Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, 2002. Rio de Janeiro.

GUILHERME, OLYMPIO (1957). *O Brasil e a Era Atômica. Livro negro dos acôrdos de minerais atômicos firmados entre o Brasil e os Estados Unidos.* Rio de Janeiro. Editorial Vitória.

HAMADA, MARGARIDA MIZUE; RELA, PAULO ROBERTO; COSTA, FÁBIO EDUARDO da; MESQUITA, CARLOS HENRIQUE de (1999). *Radiation damage studies on the optical and mechanical properties of plastic scintillators.* Nuclear instruments and methods in research A 422. Página 148-154.

HAYDT, H. M.; CINTRA, H. L. S (1967). *Nota preliminar sobre a fabricação de elementos combustíveis planos contendo núcleo de ligas alumínio-urânio.* Anais do XXII Congresso Anual da Associação brasileira de Metais. Vitória, ES, julho (1967). In associação brasileira de Metais.

HOBSBAWM, ERIC (1996). *Era dos extremos. O breve século XX: 1914-1991.* São Paulo, Brasil: Editora Schwarcz Ltda. Título original: Age of extremes/ the short twentieth century: 1914-1991. Pantheon books (1994).

HOBSBAWM, ERIC (1998). *Sobre a história.* São Paulo. Companhia das Letras.

IAEA (1988). *The radiological accident in Goiania.* Vienna, Austria: IAEA. STI/PUB/815.

IAEA/CNEN (1998). *Goiânia 10 years later.* Proceedings of a International Conference 26-31 october 1997. Vienna, Austria; IAEA.

IPEN (2001). *Avaliação radio sanitária na região sob influência da Companhia de Metalurgia brasileira e Mineração (CBMM). Programa de monitoração ambiental. Fase 5. Relatório interno, abril de 2001.*

ISHIGURO, YUJI (2002). *Fontes de energia para a humanidade e o papel do reator rápido.* Biblioteca técnico científica. Destaque. Vol 10. Número 22. Doc;1662.

ISHIGURO, YUJI (2001). *A energia nuclear para o Brasil.* Makron books.

JAGUARIBE, HELIO (2002). *Brasil, alternativas e saída.* Paz e terra. São Paulo.

KAPLAN, IRVING (1954). *Física nuclear.* Espanha. Aguilar.

KATHURIA, SATYA PAL; CAMPOS, LETÍCIA L.; GORDON, ANA MARIA P. L. (1980). *Thermoluminescent behaviour of CaSO₄:NaCl pellets*. 32^a Reunião Brasileira para o Progresso da Ciência. Rio de Janeiro. 1980.

KARL MARX (1973). *Sociedade e mudanças sociais*. Portugal. Edições 70

LAMOUNIER, BOLÍVAR; FIGUEIREDO, RUBENS (2002)- Organizadores. *A era FHC. Um balanço*. São Paulo. Cultura editores associados

LAROUCHE, LYNDON (1998). *A ciência da economia cristã*. Rio de Janeiro: MSI. Original: The Science of Christian Economy. Schiller Institute, Washington. 1991.

LESBAUPIN, IVO; MINEIRO, ADHEMAR (2002). *O desmonte da nação em dados*. São Paulo. Editora vozes

LEME, ERNESTO DE MORAIS (1954). *História da Universidade de São Paulo. Comemoração do vigésimo aniversário da Universidade no IV centenário da fundação da cidade. 1554 – 1934 – 1954*. São Paulo. USP.

LIMA, HEITOR FERREIRA (1976). *História político-econômica e industrial do Brasil*. São Paulo. Companhia editora nacional.

LINARDI, M.; H. WENDT, H.; ARICÓ, E. (2002). *Células a combustível de baixa potência para aplicações residenciais*. Química Nova in 25, número 3. Página 470-521.

LIOURE, ALAIN. *Les Stratégies possibles d'entreposage et/ou de stockage*. France. Clefs CEA, número 46. Printemps 2002.

LOHBAUER, CHRISTIAN (2000). *Brasil (1964-1999) Alemanha. Fases de uma parceria*. São Paulo. Edusp.

LOPES, JOSÉ LEITE (2002). *Cientistas desprezam ensino básico*. Revista Galileu, outubro, 2002, p.36.

MACIEL, ALUISIO. C & CRUZ, PAULO R. *Perfil Analítico de Tório e Terras Raras*. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1973. (Boletim 28).

MAGALHÃES dos SANTOS FILHO, GILDO (1997). *"Evolução tecnológica e modernização - as insuficiências*. São Paulo: São Paulo em perspectiva, 11, 4 (1997).

MAGALHÃES dos SANTOS FILHO, GILDO (2000). *Força e luz*. FAPESP/UNESP.

MAGALHÃES dos SANTOS FILHO, GILDO (2002). *Darwin: Herói ou Fraude?*. Palestra apresentada na quinta semana da Biologia da USP –24/09/2002. Publicado em forma de apostila.

MEIHY, JOSÉ CARLOS S. BOM (1996). *Manual de história oral*. São Paulo. Edições Loyola.

MAIORINO, JOSÉ RUBENS (2000). *Física e engenharia de reatores - situação atual e perspectiva futura*. Trabalho apresentado como tema especial na XII ENFIR em outubro de 2000. Rio de Janeiro. Publicado somente como resumo e distribuído o texto integral por cortesia do autor.

MALHEIROS, TÂNIA (1993). *Brasil a bomba oculta: o programa nuclear brasileiro*. Gryphus, 1993.

MARCOVITCH, JACQUES -org (1994). *Cooperação internacional: estratégia e gestão*. São Paulo: EDUSP.

MARQUES, PAULO. *Sofismas nucleares. O jogo das trapaças na política nuclear no Brasil*. São Paulo, Hucitec, 1992.

MARQUES, PAULO(1993). *Reflexões sobre as estratégias de C&T para as áreas nucleares e de informática: comparação entre Brasil e Argentina*. Série :Política científica e tecnológica 16. Coleção documentos. São Paulo. Instituto de Estudos avançados. USP.

MARQUES, PAULO(1994). *Modernização do Brasil: dilemas e perspectivas*. Série :Política científica e tecnológica 18. Coleção documentos. São Paulo. Instituto de Estudos avançados. USP.

MAZZILLI, BÁRBARA PACI (1995). *Metodologia para avaliação de impacto ambiental*. Anotações de aula. Disciplina de Pós-graduação. IPEN/CNEN-SP.

MEIHY, JOSÉ CARLOS S. BOM (1996). *Manual de história oral*. São Paulo. Loyola.

MEIRA, SÍLVIO. *Prefácio da tradução de Fausto de Goethe, J. W.* São Paulo: Círculo do livro S/A . Edição original: Faust.

MEIS, LEOPOLDO de; LETA, JACQUELINE (1996). *O perfil da ciência brasileira*. Rio de Janeiro: Editora URFJ.

MELO NETO, JOÃO CABRAL. *Morte e vida Severina*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

MELLO, EVALDO CABRAL (2003). *Uma pedra no sapato do Brasil*. Nossa história. Ano I/número 1. 2003.

MEZHÚIEV, V.(1980). *La cultura y la historia*. Moscou. Editora Progreso.

MODENESI, C. R.; ABRÃO, A. (1982). *Produção experimental de peróxido de urânio e seu uso para a produção de UO₂ cerâmico*. In Química Anais do 23 ° Congresso Brasileiro de Química, Blumenau, SC, 1982.

MOTOYAMA, SHOZO (1974). *História da ciência-perspectiva científica*, Coleção da revista de história sob a direção do professor Eurípedes Simões de Paula. XLVI

MOTOYAMA, SHOZO (1975). *A formação da mecânica clássica: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico*. São Paulo: Tese (Livre-Docência) - s.n. (mimeografado).

MOTOYAMA, SHOZO (1975). *Algumas reflexões sobre a historiografia contemporânea da ciência*. Separata da Revista de História nº 103. 1975.

MOTOYAMA, SHOZO (1977). *Métodos em questão*. Instituto de Geografia de São Paulo. 1977.

MOTOYAMA, SHOZO (1985). *A gênese do CNPq*. Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, n.2 (julho/dez), 1985, pág 27

MOTOYAMA, SHOZO et al (1994). *Novas tecnologias e o desenvolvimento industrial brasileiro*. In : Motoyama (org). Tecnologia e industrialização no Brasil. Uma perspectiva histórica. São Paulo: UNESP/CEETEPS. 1994.

MOTOYAMA, SHOZO; GARCIA, JOÃO CARLOS –ORGS (1996). *O Almirante e o novo prometeu. Álvaro Alberto e a C&T*. São Paulo. UNESP/CHC-USP.

MOTOYAMA, SHOZO-organizador. (2002). *50 anos do CNPq. Contados pelos seus presidentes*. São Paulo. FAPESP.

NAMBI, K. S.; WATANABE, SHIGUEO.; LEITE, ANA MARIA PINHO (1977). *Thermal and epithermal neutron dosimetry by induced activation in cold pressed of TL phosphor mixtures*. Fifth International Conference Dosimetry. !977. Brasil.

NARAIN, RAJENDRA; LIMA, RICARDO de A (1982). *Shielding considerations and layout of the bulk shiendind for the pulsed neutron generator being installed at Departamento de Energia Nuclear, Universidade de Pernambuco*. Comunicação número 73 – BC – 013. Recife. Terceiro Encontro Nacional de Física de Reatores, Itaipava. Rio de Janeiro. 12-14 de dezembro de 1982.

NCRP-94. *National Council on Radiation Protection and Measurements. Exposure of the population in the United States and Canada from natural background radiation*. Nov. 15, 1987. (NCRP).

NETO, A. O.; FRANCO, E. G.; ARICÓ, E. M.; Raimundo, C. de P.; LINARDI, M. (2002) *Estudo voltamétrico da eletro-oxidação do metanol sobre Pt-Dy/C preparado pelo método de Bönnemamm*. 25a Reunião anual da Sociedade Brasileira de química, 2002, Poços de Caldas, Brasil..

NETO, A.O.; FRANCO, E. G.; ARICÓ, E. M.; LINARDI, M.; GONZALEZ E. R. (2002). *Eletro-oxidation of methanol and ethanol on Pt-Ru-Mo/C electrocatalysts prepared by Bönnemann's method*. International /workshop on Ceramic & Metal Interfaces. 2002,

OVIEDO. ESPANHA. LINARDI, M.(2002). *Topics on PEM Fuel Cell for micropower experience*. 2002. Buenos Aires. Argentina. Patente INPI número: 0202334-2, 2002.

PAULIN, LUIZ ALFREDO (1994). *Tecnologia e sua importância*. In Jacques Marcovitch Cooperação internacional: estratégia e gestão. São Paulo, EDUSP, 1994. P. 621. 1994.

PEREIRA, LUIS CARLOS BRESSER (1995). *Conceito de sociedade moderna. Modernização incompleta no Brasil*. In lições da década de 80. Lourdes Sola, Leda M. Paulini (orgs). São Paulo. EDUSP, 1995

PERES, ANA CLÁUDIA (1999). *Determinação de 210 Pb e 210 Po em tabaco de cigarros nacionais*. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Nuclear - Aplicações. São Paulo: IPEN.

PIERONI, R. R.; HERDADE, S. B.; HEHL, W. S.; VIZEU, D. M. (1958). *Amostragem de ar com filtro Milipore*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; HERDADE, S. B.; PEREIRA, C. R.; HEHL, W. S.; VIZEU, D. M.; CARVALHO, A. F. (1958). *Amostragem de solo na área do reator*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; HERDADE, S. B.; PEREIRA, C. R.; HEHL, W. S. (1958). *Níveis de radiação esperados e observados na operação do IEA-R1*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; HERDADE, S. B.; VIZEU, D. M.; CARVALHO, F.; OLIVEIRA E SOUZA, A. Oliveira e Souza. (1958). *Níveis de atividades observados em vegetais, na área da Cidade Universitária*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; HERDADE, S. B.; HEHL, W. S. (1958). *O emprego do MAP-1 e do C. A. M. na amostragem contínua do ar*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R. (1958). *Proteção contra radiações, na bomba de cobalto do Hospital das Clínicas*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; HERDADE, S. B.; HEHL, W. S.; VIZEU, D. M. (1958). *Atividade natural do ar, no interior do edifício do reator*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; HEHL, W. S. (1958). *Estudos do decaimento dos produtos beta ativos, retidos pelos filtros "Cambridge" do sistema de exaustão do edifício do reator*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R. (1958). *Proteção radiológica no IEA-R1*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERONI, R. R.; PEREIRA, C. R.; HEHL, W. S. (1958). *Cálculos de blindagem*. Congresso de Genética. Curitiba, Paraná.

PIERRE RAYMOND (1979). *A história e as ciências*. Portugal. Rés editora, Ltda.

PLEKHANOV, G. V. *O papel do indivíduo na história*. São Paulo. Editora expressão popular Ltda.

PORTO, ANTÔNIO RODRIGUES (1997). *História da cidade de São Paulo através de suas ruas*. São Paulo. Carthago.

QUEIROZ, MARIA ISAURA PEREIRA (1983). *Variações sobre a técnica de gravador no registro da informação viva*. São Paulo. Centro de Estudos Rurais e Urbanos da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

REEVES, HUBERT. *A hora do deslumbramento: Terá o universo um sentido*. Lisboa, Gradiva, 1986.

RIBEIRO, F. A. et al (1972). *Determinações preliminares dos parâmetros do reator Resuco*. Comunicação número 28 DEN, Recife

ROCHA e SILVA, MAURICIO (1976). *Ciência pura, ciência aplicada*. São Paulo. Hucitec.

RODRIGUES, CLAÚDIO (1997). *Comunicação em IPEN Notícias*, São Paulo: ano 1, nº 3, jul/ago/set.1997.

RODRIGUES, CLAÚDIO; Zouain, Desirée M. (2000). *Gestão estratégica no Instituto de pesquisas energéticas e nucleares (IPEN)*.

RODRIGUES, LETÍCIA L. Campos (1998). *Measurement of the exposure rate due to low energy x-Ray emitted from video display terminals*. Appl. Radiation Isto., volume 39, número 2, 1998.

RODRIGUES, LETÍCIA L. CAMPOS; DALTRO, T. F. L.; Perez, H. E. B. (1998). *Thermoluminescent dosimeter for equivalent dose assessment in mixed beta gamma field*. 12 Th International conference on Solid State Dosimetry. Radiation Protection Dosimetry. UK:NTP, 1998. Volume 1, página 145-148.

RODRIGUES, LETÍCIA L. CAMPOS; CARVALHO, R. N. (2000). *Development of a extremity thermoluminescent dosimeter for photon dose equivalent assessment*. 10 Th International Congress of the Radiation protection Association, 2000. Hiroshima.

RODRIGUES JR, O.; SIMÃO, K. C.; GALANTE, O. L.; RODRIGUES, LETÍCIA L. CAMPOS (2002). *Estudos preliminares das propriedades dosimétricas de CaSO₄: Mn pela técnica espectroscópica de RPE*. VI Encontro Nacional de Aplicações Nucleares. 2002. Rio de Janeiro.

ROY, CLAUDE (1996). *Le poseur de questions. Poetas de França hoje. 1945-1995*. Mário Laranjeira (organizador). São Paulo. Edusp/FAPESP.

RUBBIA, CARLO; CRISCENTI, NINI (1989). *O dilema nuclear*. São Paulo: Martins Fontes, 1989. (vi).

RUSSELL, BERTRAND (1949). *A perspectiva científica*. São Paulo, Companhia Editora Nacional.

SALLES, DAGOBERTO (1958). *A energia atômica: um inquérito que abalou o Brasil*. São Paulo. Fulgor.

SANTOS, MARCELLO DAMY DE SOUSA (1994). *Série de depoimentos sobre energia nuclear*, Vol I. São Paulo, IPEN, 1994.

SANTOS, T. D. de SOUZA; CAPOCCHI, J. D. T.; CINTRA, S. H. L. (1967). *Experimentos de fabricação de elementos combustíveis planos dotados de múltiplos "cermets"*. XXII Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais. Vitória, ES, 1967. In associação Brasileira de Metais.

SANTOS, THEOTONIO dos (1987). *Revolução científico técnica e acumulação do capital*. Rio de Janeiro. Vozes.

SAMARAN CHARLES –direção (1961). *L’histoire et ses méthodes*. Belgique: Librairie Gallimard, 1961.

SAR-1989. Sociedade Argentina de Radioprotección. *Radiacion: dosis, efectos, riesgos*. Boletín de la Sociedad Argentina de Radioprotección, número extraordinario 1989. ISSN 0327-0009. Edição original: "Radiation: doses, effects, risks" publicado em 1985 por el "Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente (UNEP).

SCHEMBERG, MÁRIO. *Pensando a física*. 4ª ed. São Paulo: Nova Stella, 1990.

SCHWARTZ, JOSEPH (1992). *O momento criativo - mito e alienação na ciência moderna*. São Paulo: Best Seller, 1992.

SCHWARTZMAN, SIMON (1979). *Formação da comunidade científica no Brasil*. São Paulo, FINEP/Companhia Editora Nacional,.1979.

SCHWARTMAN, SIMON (1995). *Ciência e tecnologia na década perdida. O que aprendemos/ In lições da década de 80*. Lourdes Sola, Leda M. Paulani (orgs). São Paulo. EDUSP/UNRISD.

SOBEL, DAVA (1997). *Longitude. A verdadeira história de um gênio solitário que resolveu o maior problema científico do século XVIII*. Rio de Janeiro. Ediouro publicações S. A.

SILVA, CONSTÂNCIA PAGANO GONÇALVES da (1988). *O Entusiasmo que leva ao pioneirismo*. Entrevista concedida por Constância Pagano Gonçalves da Silva. Revista Brasil Nuclear (1988) 5, 17, abr-set (1998) p.15.

SILVA, MARCOS A. da (organizador), S/d. *Repensando a história*. São Paulo. Marco zero.

SILVA, MARCOS A. da.(S/d). *Ensino, ideologia,conhecimento.Repensando a história*. São Paulo. Marco zero.

SOUZA, JR P.T. & ABRÃO, ALCÍDIO (1982). *Caracterização e estabilidade térmica de peróxidos de urânio por termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial*. In Química Anais do 23 ° Congresso Brasileiro de Química, Blumenau, SC, 1982.

SINGER, PAUL (1974). *Interpretação do Brasil: Uma experiência histórica de desenvolvimento*. In história geral do Brasil. Tomo III. O Brasil Republicano. Capítulo IV. (org. Bóris Fausto). São Paulo: Difusão européia do livro.

TUBIANA, MAURICE (2001). *Les risques sanitaires des différentes énergies; comparaison*. Biblioteca Técnico Científica. Destaque, vol 10, número 16. Doc: 1604. RNG número 3/mai-juin 2001.

TAKAHASHI, Sérgio Yukio. *Sistema da qualidade total*. Relatório interno. São Paulo: IPEN, 1997.

TAVARES, MARIA DA CONCEIÇÃO (1983). *Da substituição da importação ao capitalismo financeiro. Ensaio sobre a economia brasileira*. Rio de Janeiro. Zahar editores.

TOYODA, EDUARDO YOSHIO; GORDON, ANA MARIA PINHO LEITE; SORDI, GIAN MARIA A. A. (2001). *Justificativa de implantação de um sistema de camada quente na piscina do reator IEA R1*. Proceedings/V regional congress on Radiation Protection and safety. Recife. 29 Abril -31 maio de 2001.

TREIN, FRANKLIN. *Transferência de tecnologia e ciência*. Rio de Janeiro: Ano 2 - no 1, 1979.

UNSCEAR. UNITED SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (1993). *Sources, effects and risk of ionizing radiation*. New York. U. N., 1993.

VARGAS, MILTON (1979). *Tecnologia no Brasil*. In: Ferri, Mário Guimarães; Motoyama, Shozo (orgs) . História da ciência no Brasil. São Paulo: EPU, Edusp.

VARGAS, MILTON (1981). *Verdade e Ciência*. São Paulo. Livraria duas cidades.

VARGAS, MILTON (1985). *Metodologia da pesquisa tecnológica*. Rio de Janeiro/Porto Alegre: editora Globo.

VARGAS, MILTON (1994). *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: editora Alfa Omega.

WENDT, H.; GÖTZ; LINARDI, M. (2000). *Tecnologia de células a combustíveis*. Química Nova, QN 23, número 4. página 538-546.

WROBEL, PAULO (2000). *A política nuclear brasileira*. in Albuquerque, José Augusto G. (org.). *Sessenta anos de política externa brasileira. 1930-1990. Prioridades, atores e políticas*. São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Relações Internacionais da USP.

YOURCENAR, MARGUERITE (2003). *Memórias de Adriano*. Biblioteca Folha.

ABRÃO, ALCÍDIO (1961). *Separação e determinação de terras raras em urânio*. Divisão de física nuclear/setor de eletrônica. São Paulo: Publicação IEA-46.

ABRÃO, ALCÍDIO; ATALLI, LAURA TOGNOLI (1962). *Determinação de urânio, tório, Nióbio e tântalo em alguns minérios de urâníferos de Araxá*. São Paulo. Publicação IEA-53.

ABRÃO, ALCÍDIO. (1964). *Radiochemical separation of thalium from thorium by anion Exchange resin a Tl-208 reservoir*. São Paulo. Publicação IEA -87

ABRÃO, ALCÍDIO (1965). *Thermogravimetric behavior of some uranium compounds - application to O:U ratio determination*. São Paulo: Publicação IEA - 105.

ABRÃO, ALCÍDIO (1965); LIMA, F. W.; *Determination of Sr-90 in São Paulo city fallout*. São Paulo. Publicação IEA – 118.

ABRÃO, ALCÍDIO; GIAMBASTIANI, RÔMOLO (1965). *Detecção de falhas em elementos combustíveis de reatores tipo piscina*. São Paulo. Publicação IEA – 123.

ABRÃO, ALCÍDIO; NASTASI, MARIA JOSÉ; LARANJA, ALMIR A. (1965). *Application of ion Exchange resins to the separation of carrier free fission products*. São Paulo. Publicação IEA – 101.

ABRÃO, ALCÍDIO; TAMURA, HARKO. *Routine radiometric determination of uranium by gamma-ray spectrometry*. São Paulo. Publicação IEA – 170. Apresentado na XIX Reunião Anual da SBPC, em 1967.

ABRÃO, ALCÍDIO. (1966). *An ion exchange EDTA separation of lead from bismuth - Application to radiochemistry*. São Paulo. Publicação IEA – 131. ABRÃO, ALCÍDIO.(1970). *Determinação Radiométrica de tório em monazita*. São Paulo. Publicação IEA – 213.

ABRÃO, ALCÍDIO. (1970). *Chromatographic separation of protactinium from thorium: a protactinium – 234m and protactinium – 234 generator*. São Paulo. Publicação IEA -214.

ABRÃO, ALCÍDIO. (1970). *Chromatographic separation and concentration of thorium and rare earths from uranium using alumina- hydrofluoric acid. Preparation of carrier – free radiothorium and tribution to the fission rare earths*. São Paulo.Publicação IEA – 217.

ABRÃO, ALCÍDIO; FRANÇA Jr, JOSÉ MONTEIRO. (1970). *Usina piloto de purificação de urânio por troca iônica em funcionamento no Instituto de Energia Atômica*. São Paulo. Publicação IEA - 219.

ABRÃO, A.; FRANÇA JÚNIOR, J. M. (1970). *Preparation of clear uranyl nitrate solutions by fractional dissolutions of sodium diuranate*. São Paulo. Publicação IEA – 250.

ABRÃO, A.; FRANÇA JÚNIOR, J. M. (1970). *Usina de purificação de urânio por troca iônica em funcionamento no IEA*. São Paulo. Publicação IEA – 219.

ABRÃO, A.; ARAUJO, J. A. ; FRANÇA JÚNIOR, J. M. (1972). *Precipitação reversa de diuranato de amônia a partir de soluções de sulfato de urânio*. São Paulo. Publicação IEA – 278.

ABRÃO, ALCÍDIO. (1975). *A rapid radiochemical ion exchange separation of iodine from tellurium a novel radioiodine-132 generator*. São Paulo. Publicação IEA - 371. Apresentado no III rd. Interamerican Radiochemistry Meeting, Brasil. 1974.

ABREU, MANOEL AMÉRICO NOGUEIRA (1965). *Utilization d'un éclair lumineux pour la stabilisation d'un spectrometre de scintillation*. São Paulo. Publicação IEA – 122.

ABREU, M. A. N.; KIEFFER, JÚLIO.(1967). *Emprêgo de detetores de estado sólido na determinação quantitativa de misturas de radionuclídeos em materiais biológicos*. São Paulo. Publicação IEA -152.

ABREU, M. A. N. (1966). *Utilization of single crystals as filters for obtaining thermal neutron beams*. São Paulo. Publicação IEA – 125.

AGUDO, E. GARCIA (1973). *Processing of β -spectra in activation analysis with a programmable calculator*. São Paulo. Publicação IEA 299.

AGUDO, E. Garcia; Duarte, U.; SEIGNEMARTIN (1973). *Determinação de Tântalo, Nióbio, Titânio e Estanho em minerais pegmatíticos por meio de técnicas nucleares de análise*. São Paulo. Publicação IEA – 314.

AGUDO, E. GARCIA; SEIGNEMARTIN, C. L.; DUARTE, U. (1973). *Aplicação da análise por ativação neutrônica na determinação de ouro em minerais*. São Paulo. Publicação IEA – 316.

AGUDO, E. GARCIA; DUARTE, U.; OHARA, T.; SANCHES W. (1973). *Estudos para o sistema de disposição de Santos -São Vicente. Relatório parcial número 3. Medição de vazão do esgoto*. São Paulo. Publicação IEA – 319.

AMARAL, A; BODEA, E.; HEHL, WILMA S. C.; da Rocha, R. O. Borges; Toledo, Paulo Saraiva (1967). *Nuclear power stations of natural or enriched uranium comparison of the expenditures in foreign currency under Brazilian conditions*. São Paulo. Publicação IEA-142.

AMARAL, LIA Q.; VINHAS, L. A.; RODRIGUES CLAUDIO; HERDADE, S. B. (1967). *Resolução e calibração de um espectrômetro de tempo de voo que utiliza um obturador para nêutrons lentos*. São Paulo. Publicação IEA – 152.

AMARAL, LIA Q.; RODRIGUES, CLAUDIO; HERDADE, S. B.; VINHAS, L. A. (1967). *Arranjo experimental para estudos de sólidos e líquidos através do espalhamento inelástico de nêutrons lentos*. São Paulo. Publicação IEA -152.

AMBRÓSIO FILHO, FRANCISCO; GENTILE, ERBERTO (1971). *Observação metalográfica de urânio*. São Paulo. Publicação IEA – 240. Separata de Metalurgia, volume 27, número 163, 1971.

ANJOS de JESUS, GABRIEL; ABRÃO, ALCÍDIO (1974). *Uso da cromatografia de extração na separação, concentração e determinação de metais em urânio. Estudos do sistema Al_2O_3 – tri-n-Octilamina HCl- UO_2 Cl_2* . São Paulo. Publicação IEA 338.

ANTMAN, S.; PETTERSSON, H. (1967). *Estudos do decaimento do ^{62}Zn* . São Paulo. Publicação IEA -152.

ANTONIO, G. S.; ABRÃO, ALCÍDIO (1972). *Estudos de sorção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio .Parte III. Descontaminação de fosfatos*. São Paulo. Publicação IEA - 264.

ARAÚJO, JOSÉ ADROALDO (1974). *Estudo de precipitação contínua de DUA para a implantação na instalação piloto CEQ-IEA*. São Paulo. Publicação IEA -339.

ASSIS, LÍCIO MARQUES de; NICOLAU, WILLIAN; SALOMON, JOÃO BOSCO; CINTRA, ANTONIO BARROS de ULHÔA; PIERONI, R. R (1969). *Immunobiological studies in cases of insulin-resistant diabetes successful corticoid therapy in one case with progressive acidosis without detectable circulating antibodies. Antidiuretic effect of chloronopamide in another case with associated diabetes insipidus*. Publicação IEA – 200. Revista da Associação Médica Brasileira, volume 16, número 1,

ATALLA, LAURA T.; LIMA, FAUSTO W. (1963). *Determination of gamma isomer in hexachlorocyclohexane by isotope dilution*. São Paulo. Publicação IEA – 59.

ATALLA, LAURA T.; SILVA, CÉLIA M.; LIMA, F. W. (1966). *Activation analysis of arsenic in human hair .Some observations on the problem of external contamination* São Paulo. Publicação IEA – 126. Separata do volume 37, números 3/4 dos Anais da Academia brasileira de Ciências.

ATALLA, LAURA T. LIMA, F. W.(1968). *Determinação de impurezas em magnésio metálico por análise por ativação*. São Paulo. Publicação IEA –167.

ATALLA, LAURA T.; LIMA, FAUSTO W. de (1970). *An actual case of glass debris identification by MAA in automobile accident*. São Paulo. Publicação IEA – 205. Reprinted from Radiochemical and Radioanalytical Letter vol 3, número 1, página 13-22 (1970).

ATALLA, LAURA T.; LIMA, FAUSTO W. de (1970). *Association of the methods of activation analysis and isotope dilution for determination of copper in chemical reagents*. São Paulo. Publicação IEA – 206. Reprinted from Radiochemical Letters vol 3, número 1, página 23-30 (1970).

BEDMAR, A. Plata; SANCHEZ, W.; Szulak, C. (1973). *Técnicas radioisotópicas aplicadas aos estudos de características dos aquíferos dos Vales dos Rios Gurguéia e Fidalgo, Piauí*. São Paulo. Publicação IEA – 313.

BIANCHINI, F. G.; ABREU, M.; AMARAL, L. Q.; Martins, O . W. (1964). *IEA neutron velocity selector theory and calibration*. São Paulo: Publicação IEA – 78.

BIANCHINI, F. G.; ABREU, M.; AMARAL, LIA Q.; MARTINS, O.W. (1964). *IEA neutron velocity selector theory and calibration*. São Paulo. Publicação IEA- - 78.

BIANCHINI, F. A. (1972). *Nuclear elastic and inelastic scattering of iron capture gamma rays from lead*. Publicação IEA – 267.

BIDWELL, RICHARD M. (1963). *Desenvolvimento de ligas de tântalo para cápsulas para plutônio líquido*. Publicação IEA-64. São Paulo.

BIDWELL, RICHARD M. (1963). *Considerações metalúrgicas sobre um reator de conversão com liga líquida de tório*. São Paulo: Publicação IEA - 65.

BIDWELL, RICHARD M.; HAYDT, HELITON M ;FREITAS, CLAUER TRENCH; SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA (1964). *Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões U_3O_8 - Al*. São Paulo: Publicação IEA - 80.

BIDWELL, RICHARD M.(1965). *Emprego da termodinâmica na previsão de reações encontradas no desenvolvimento de reatores nucleares de combustível metálico líquido*. São Paulo. Publicação IEA –88.

BLAK, ANA REGINA; WATANABE (1974). *Physical parameters of glow peaks 4,5 and 6 in TLD –100 (LiF:Mg)*. São Paulo. Publicação IEA – 329.

BLACKIN, A.; SUAREZ, ACHILLES.(1967). *Estudo dos eletrons de conversão interna do ^{162}Dy obtidos através da reação (n,e^-)* . São Paulo. Publicação IEA 152.

BORGES. da SILVA; RUY(1965). *Pulsador eletrônico para dispositivos eletromecânicos*. São Paulo. Publicação IEA-104.

BORGONOV, G. M.; FULFARO, R.; IMAKUMA, K.; RODRIGUES, C.; VINHAS, L. (1972). *Thermal diffuse scattering of X-rays*. Publicação IEA 260.

BRENNER, RAUL (1962). *Seletor de tempo de retardo de 20 canais e analisador de tempos de retardo de um canal*. Divisão de física nuclear/setor de eletrônica. São Paulo: Publicação IEA-50.

BRENNER, RAUL; ZIMMERMAN, I. (1964). *Neutron velocity selector of the Instituto de Energia Atômica . mechanical design and dectronic control*. São Paulo. Publicação IEA – 76.

BRENNER, RAUL (1964). *A precision current integrator*. São Paulo: Publicação - 67.

BRILL, K. J.; COSTA, E. C. (1964). *Tecnology of pulsed sieve-plate extraction columns/Cartridge design/interface control*. São Paulo: Publicação IEA – 77.

BRILL, K. J.; KRUMHOLTZ, P (1965). *Produção de óxido e tório nuclearmente puro*. São Paulo: Publicação IEA – 115.

BRILL, K. J.; FEDERGRÜN, LUDMILA; LOURENÇO, ALZIRA S (1965). *Obtenção de ytrio, európio e terras raras pesadas a partir da monazita. I – composição das terras raras na monazita.* São Paulo. Publicação IEA – 116.

BRILL, K. J.; FEDERGRÜN, LUDMILA (1965). *Purificação de urânio. Absorção de molibdênio sobre o carvão ativo.* São Paulo. Publicação IEA - 117.

BROSSON, PHILIPPE; LUCKI, GEORGI; RECHENBERG, HERCÍLIO; SORDI, LAURA; TIBERCHIEN, RAPHAEL.(1970). *Descrição do forno Gresil I para irradiação de amostras no reator e medida de sua resistência elétrica.*São Paulo. Publicação IEA -212.

BROWN, A. E. P.; COSTA, CALMON. (1972). *Processing of a uraniferous zirconium ore.* São Paulo. Publicação IEA –274.

BUENO, RICARDO PEDRO de ANTUNES; NISHIOKA, ISÁO; DAMY de SOUZA SANTOS, THARCÍSIO. (1970). *Utilização de computador no cálculo de cargas e otimização do custo em forno de cuba de redução de chumbo.* São Paulo. Publicação IEA – 227. Separata de Metalurgia volume 26, número 149, 1970.

BUENO, RICARDO PEDRO de ANTUNES; PIMENTEL, CECÍLIA ALVARENGA; NISHIOKA, ISÁO. (1971). *Microscopia eletrônica de pós de UO₂.* Publicação IEA - 238. Separata de Metalurgia, volume 27, número 162, 1971.

CAMPOS, Leticia L. (1998). *Thermoluminescência de materiais e sua aplicação em dosimetria da radiação.*Cerâmica, Ano XLIV, volume 44 (1998), página 249.

CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI (1969). *Nota preliminar sobre o emprego de apisoados a base de MgO para revestimentos de bombas de redução de UF₄ por Mg.* São Paulo. Publicação IEA – 191. Separata de Metalurgia, volume 25, número 145, 1969.

CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI; GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; TRACANELLA, ROBERTO BARATA. (1969). *Obtenção de ligas Al-Th e Al-Th-U por redução de ThO₂ e de U₃O₈ por alumínio líquido.* São Paulo. Publicação IEA – 192. Apresentada no XXIV Congresso Anual da ABM, 1969.

CAZOTI, RAUL I.; ABRÃO, ALCÍDIO. (1973). *Direct spectrofluorimetric determination of cerium and other rare earths elements in thorium solution.* São Paulo. Publicação IEA 294. Trabalho apresentado : Tenth Rare earth research conference, Arizona, 1973. CONF-730402-P-2 volume II, página 1124a.

CHIERICE, GILBERTO ORIVALDO (1972). *Determinação do coeficiente de difusão do ácido oxálico em meio sulfúrico.*São Paulo. Publicação IEA - 275.

CHIERICE, GILBERTO ORIVALDO. (1974). *Determinação dos coeficientes de difusão do nitrato de urânio em meio aquoso e em meio orgânico pelo método do diafragma poroso.* São Paulo. Publicação IEA -361.

CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE; GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; HAYDT, HELITON MOTTA; CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI.(1968). *Desenvolvimento de placas combustíveis contendo núcleo de ligas Al-U (20%) e Al-U*

(20%)-Si (0,8%). São paulo. Publicação IEA - 173. Separata de Metalurgia, volume 24, número 131, 1968.

CORRÊA, HELENO S.; COSTA, EDUARDO C. (1969). *Dry-way preparation of thorium tetrafluoride*. São Paulo. Publicação IEA - 185.

CORRÊA, HELENO S.; COSTA, EDUARDO C. (1970). *Redução de diuranato de amônio com NH_3 anidro*. São Paulo: Publicação IEA - 207.

COUTINHO, FRANCISCO A. B., SUAREZ, ACHILLES.(1967). *Sôbre a forma das linhas de conversão interna observadas em espectrometria beta*. São Paulo. Publicação IEA -152.

COUTINHO, F. A. BEZERRA (1973). *Consequences for nuclear physics of a $NN?$ and a $N^*N?$ time reversal violating vertex*. São Paulo. Publicação IEA 296.

CLAUER, TRENCH; HAYDT, HELLITON MOTTA; SANTOS, THARCISIO D. de SOUZA. (1964). *Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berília, de toria e de soluções sólidas tória-urania*. São Paulo:). Publicação IEA- 79.

CHRIST, R. W.; MAYHUGH, MICHAEL.(1973). *Thermoluminescency mechanism in dosimetry LiF* . São Paulo. Publicação IEA 286

CRUZ, M. T. da; MAYHUGH, M. R.; WATANABE, S. (1974). *Thermoluminescence in fluorite: sensitization mechanism*. São Paulo. Publicação IEA -363.

CUSSIOL FILHO, A.; ABRÃO, A. (1975). *Tecnologia para a preparação de tetrafluoreto de urânio por fluoretação de UO_2 obtido de diuranato de amônio*. São Paulo. Publicação IEA – 379.

DAGMAR, C. C.; Moura, LAIS PIMENTA (1967). *Sistema de contagem por coincidência 4π beta-gama*. São Paulo. Publicação IEA 152.

DAGMAR, C. C.; MOURA, LAIS PIMENTA (1967). *Medidas absolutas de atividades pelo método de coincidência 4π beta-gama. Resultados da comparação internacional de medidas de soluções de $Co-60$* . São Paulo. Publicação IEA – 152.

DAMY de SOUZA SANTOS, MARCELLO (1958). *The brazilian research reactor. O reator de pesquisa brasileiro*. Publicação IEA-11. São Paulo. IEA.

DAMY de SOUZA SANTOS, MARCELLO et al (1958). *Preliminary results of 5 MW operation with the brazilian swimming pool reactor*. Publicação IEA-13. São Paulo. IEA.

DAMY de SOUZA SANTOS, MARCELLO; PENTEADO FILHO, AZOR C. (1961). *Operational experience and utilization of the brazilian 5 MW swimming pool reactor*. São Paulo: Publicação IEA-44.

DEPPE, ALZIRA LOURENÇO; LORDELLO, ANTONIO ROBERTO. (1970). *Determinação espectrográfica de háfnio em zircônio*. São Paulo. Publicação IEA – 208.

DEPPE, ALZIRA LOURENÇO; LORDELLO, ANTONIO ROBERTO. (1971). *Análise espectrográfica semiquantitativa de impurezas correntes em compostos de urânio*. São Paulo. Publicação IEA – 246.

DIEGUES, JOSÉ ANTONIO DIAS; BOBADILHA, MARIA ILSE VILLANUEVA (1975). *Código de núclídeos*. São Paulo. Publicação IEA 377.

FAYA, A. J.; FAYA, S. C. SHU; OOSTERKAMP. (1974). *O uso de Blankets de tório metálico em reatores rápidos supercondutores*. São Paulo. Publicação IEA 352.

FAYA, A. G.; NAKATA, H.; RODRIGUES, V. G.; OOSTERKAMP, W. J. (1974). *Definição de parâmetros para cálculos de física do reator PWR de obrigheim KWO utilizando –se programas GELS e EREBUS*. São Paulo. Publicação IEA 353.

FEDERGRÜN, LUDMILA; ABRÃO, ALCÍDIO (1968). *Determinação espectrofotométrica de boro em urânio, alumínio e magnésio; extração de tetrafluoreto de monometiltionina*. Publicação IEA –165. Apresentado na XIX Reunião Anual da SBPC, 1967.

FEDERGRÜN, LUDMILA; ABRÃO, ALCÍDIO (1971). *Determinação espectrométrica direta de urânio na fase orgânica fosfato de n-tributílo-nitrato de urânio*. São Paulo. Publicação IEA – 242.

FEDERGRÜN, LUDMILA; ABRÃO, ALCÍDIO (1972). *Determinação volumétrica da relação O/U em pastilhas de óxidos cerâmicos UO_{2+x} e $UO_{2+x}.ThO_2$* . São Paulo. Publicação IEA – 276.

FEDERGRÜN, LUDMILA; ABRÃO, ALCÍDIO (1974). *Determinação dos conteúdos de UO_2F_2 , de UO_2 e de UF_4 em tetrafluoreto de urânio*. São Paulo. Publicação IEA – 341.

FREITAS, CLAUER TRENCH ; HAYDT, HELITON; DAMY de SOUZA SANTOS, THARCÍSIO (1964). *Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berília, de tória e de soluções sólidas tória-urania*. São Paulo. Publicação IEA – 79. Separata da ABM, volume 20, número 84.

FREITAS, CLAUER TRENCH ; CINTRA, SEBASTIÃO LEITE; GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI. (1968). *Fusão e lingotagem de urânio sob vácuo em forno elétrico de laboratório*. São Paulo. Publicação IEA - 161. Apresentada ao XXII Congresso Anual da ABM em 1967.

FREITAS, CLAUER TRENCH (1968). *Redução de tetrafluoreto de urânio por magnésio; estudo experimental da influência de algumas variáveis*. São Paulo. Publicação IEA – 155.

FREITAS, CLAUER TRENCH. (1971). *Compactação a quente como processo de produção em tecnologia*. SÃO Paulo. Publicação IEA – 247. Separata de Metalurgia, volume 27, número 166, 1971.

FERRAZ, ALBERTO R. (1971). *Índice diagnóstico numérico para caracterização funcional de pacientes portadores de nódulos tireoideanos autônomos*. São Paulo.

Publicação IEA – 234. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 17, número 12, 1971.b.;

FERRAZ, ALBERTO R.; KIEFFER, JÚLIO; MEDEIROS NETO, GERALDO A.; TOLEDO, ANÍSIO COSTA; PIERONI, R. R.; BARTOS, EURICO da SILVA (1972). *Conceituação patológica e história natural dos nódulos tireoideanos*. São Paulo. Publicação IEA - 282. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 18, número 7, 1972.

FERREIRA, ANTÔNIO CARLOS de ALMEIDA; HUKAI, ROBERTO Y.(1975). *Definição das características estruturais do conjunto crítico moderado por grafita do reator de potência zero do IEA*. São Paulo. Publicação IEA 373.

FLOH, B.; ARÃO, ALCÍDIO; COSTA, E. Calmon (1973). *Amine extraction of uranium, molybdenum and vanadium from acid leach liquors*. São Paulo. Publicação IEA 292. Presented at the AIEA Symposium "The recovery of uranium", 1970..

FORSCH, K.; HEMMERICH, J.; KNÖLL, H.; LUCKI, G. (1974). *Observation of magnetically anisotropic defects during stage I recovery in nickel after low-temperature electron irradiation*. São Paulo. Publicação IEA -364.

FRANÇA Jr. J. MONTEIRO .(1971). *Estudo comparativo entre os rendimentos dos processos de purificação de urânio por troca iônica e por extração com solvente em colunas pulsadas na preparação de urânio nuclearmente puro*. São Paulo. Publicação IEA – 249.

FRANÇA JR., J. MONTEIRO (1972). *Usina piloto de purificação de urânio pelo processo de colunas pulsadas em operação no Instituto de energia Atômica*. São Paulo. Publicação IEA – 277.

FRANÇA Jr., J. MONTEIRO; MESSANO J.(1974). *Dimensionamento de colunas pulsadas industriais na purificação de urânio para fins nucleares, pelo método do H.T.U. indireto*. São Paulo. Publicação IEA 343.

FRANÇA JR., J. MONTEIRO (1975). *Unidade piloto de tetrafluoreto de urânio pelo processo de "leito móvel" em operação no IEA*. São Paulo: Publicação IEA - 381.

FRANÇA JR., J. MONTEIRO; ABRÃO, A. (1976). *Projeto e construção de uma coluna de leito móvel para trabalhos com resinas trocadoras de íons. Aplicação na preparação de tricarbonato de amônio e urânio de pureza nuclear*. São Paulo. Publicação IEA – 459.

FRANZEN, H.R.; FOSHINA, MIOCO; MAZZILLI, ELENICE. (1966). *Cálculo da massa de óxido de urânio para o arranjo subcrítico Re-suco*. São Paulo. Publicação IEA - 129.

FRANZEN, H. R. (1967). *Progressive substitution experiments in UO₂ lattices moderated by D₂ O / H₂ O mixtures*. São Paulo: Publicação IEA - 139.

GENTILE, ERBERTO FRANCISCO.(1968). *Metalografia de ligas alumínio-urânio*. São Paulo. Publicação IEA -164. Apresentada no XXII Congresso anual da ABM, 1967.

GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE; BARATA, ROBERTO. (1970). *Estudo da reatividade de Dispersões* São Paulo. Publicação IEA – 222. Separata da Metalurgia, volume 26, número 149, 1970.

HAYDT, HELITON MOTTA. (1963). *Estado atual da tecnologia da produção de tório metálico*. São Paulo. Publicação IEA – 63. Separata da ABM, número 77, volume 19 página 571.

HAYDT, HELITON MOTTA ;FREITAS, CLAUER TRENCH; CAPOCHI. (1968). *Pastilhas de UO_2 de elevada densidade*. São Paulo. Publicação IEA - 154.

HAYDT, HELITON MOTTA ; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO(1968). *Nota preliminar sobre a fabricação de elementos combustíveis planos contendo núcleo de ligas alumínio-urânio*. São Paulo. Publicação IEA 156. Separata da Metalurgia, volume 23, número 121, 1967.

HAYDT, HELITON MOTTA , JOSÉ DEODORO TRANI; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE; GENTILE, ERBERTO FRANCISCO.(1969). *Nota preliminar sobre propriedades e estruturas de dispersões a base de tória*. São Paulo. Publicação IEA - 179.

HAYDT, HELITON MOTTA; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE; CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI; BUENO, RICARDO PEDRO de ANTUNES. (1970). *Estudo sobre propriedades e estruturas de dispersões à base de tória*. São Paulo. Publicação IEA – 224. Apresentada no XXIV Congresso Anual da ABM, 1969.

FREITAS, CLAUER TRENCH; AUER, J. E.; PETKUS, E. J. (1970). *Compactação a quente de UO_2 - PuO_2* . São Paulo. Publicação IEA -225. Separata de Metalurgia, volume 26, número 148, 1970.

FREITAS, CLAUER TRENCH ; HAYDT, HELITON M.; SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA (1964). *Nota preliminar sobre a fabricação de pastilhas de berília, de toria e de soluções sólidas tória -urania*. São Paulo: Publicação IEA - 79.

FULFARO, R; STASIULEVICIUS, R. (1967) *Resolução de espectrômetro de cristal IEA e medida da ressonância do irídio ($E_0 = 0,654eV$)*. São Paulo. Publicação IEA - 150

FULFARO, L.; MATTOS MARIETA C.; STASIULEVICIUS, R (1966). *Total neutron cross section of holmium and thulium*. São Paulo. Publicação IEA – 124.

FULFARP, R. (1971). *Total neutron cross section and effective absorption coefficient of a Ge(Li) single crystal*. São Paulo. Publicação IEA – 235

GIANBASTIANI,, RÔMULO; SILVE FILHO, JOAQUIM G.; LIMA, FAUSTO W. (1965). *Determination of chlorine and copper in high purity water by radioactivation analysis*. São Paulo. Publicação IEA -97.

GUENIN, MICHELLE.(1974). *Methods in growing microcrystals of calcium sulfate*. Publicação IEA – 336.

GUENIN, MICHELLE; CAMPANA, MARCELO MIGUEL P. (1974). *Preparação de sulfato de cálcio termoluminescente ativado com disprosio ou túlio*. São Paulo. Publicação IEA – 322.

HARADA, K.; PARENTE, C.B.R.; KOISHI, Y.(1967). *Estudo da resolução e intensidade de um difratômetro de nêutrons*. São Paulo. Publicação IEA 152.

HAYDT, HELITON M (1963).; *Estado atual da tecnologia da produção de tório metálico*. Publicação IEA 63 São Paulo.IEA.

HAYDT, HELITON MOTTA; DAMY de SOUZA SANTOS, THARCÍSIO (1974). *Redução de óxido de zircônio por magnésio como redutor metálico, tendo zinco como solvente*. São Paulo. Publicação IEA 333. apresentada ao XXVIII Congresso Anual da ABM, Brasil,1973.

HEHL, W. S.; FRANZEN, H. R. e TOLEDO, P. S. (1962). *On the Puerl's method of mean-life determination*. São Paulo: Publicação IEA-52.

HEHL, WILMA SONIA CAIAFFA. (1969). *Evolução do combustível. Um programa para cálculo de um reticulado de urânio natural e água pesada e para o cálculo da produção de plutônio*. São Paulo. Publicação IEA - 186.

HERDADE, S. B.; SUAREZ, A. A.; MAFRA, O. Y. REIS, D. C. da CUNHA; MOURA, L. P (1964). *Measurements of fast neutron fluxes and spectra at the IEA 5 MW reactors*. Publicação IEA – 83. IEA. São Paulo.

HERDADE, SILVIO BRUNO (1967). *Estudo da rotação de grupos CH 3 em moléculas pela medida da secção de choque total para nêutrons lentos*. São Paulo. Publicação IEA - 152.

HIGA, OLGA ZAZUCO; SOUZA, IRACÉLIA TORRES de TOLEDO e; WAJCHENBERG, BERNADO LÉO; PINTO, HEIDI; PIERONI, R. R. (1973). *Avaliação do método de radioimunoensaio na dosagem do hormônio de crescimento no plasma humano*. São Paulo. Publicação IEA –290.

IEA/CNEN (1958). *Radioisótopos artificiais preparados com o reator IEA R1*. São Paulo: Publicação IEA-2. Instituto de Energia Atômica/ Comissão Nacional de Energia Nuclear/ Conselho Nacional de Pesquisas/Universidade de São Paulo.

IEA/CNPq (S/d). *Reator de Pesquisa*. São Paulo: Publicação IEA-1. São Paulo: Instituto de Energia Atômica/Conselho Nacional de Pesquisas/Universidade de São Paulo. S/D.

IERVOLINO, JOSÉ ROBERTO; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE (1971). *Influência de ligas Al-Mg na obtenção de elementos combustíveis com núcleo de liga Al-U-Si*. São Paulo. Publicação IEA – 237. Separata de Metalurgia, volume 27, número 158, 1971.

IKEDA, ETSUKO; NICOLAU, WILLIAN; MURAMOTO, EMIKO; ASSIS, LÍCIO MARQUES de; PIERONI, RÔMULO RIBEIRO. (1973). *Separação de compostos iodados biliares e fecais por filtração em shephadex G 25 M*. Estudos do Metabolismo

entero-hepático da 125 I-tiroxina. Publicação IEA 293. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 19, número 4, 1973.

IKUTA, A; COSTA, E. C. (1972). *An experimental approach to the optimization of solvent extraction processes*. São Paulo. Publicação IEA – 270.

IOMONACO, D. A; OLIVEIRA, H. L; KIEFFER, J.; PIERONI, R. R.; (1967). *Abnormal Regulation of Thiroid Function in patiens with chronic Chaga's disease*. São Paulo. Publicação IEA – 153.

ISHIGURO, YUJI; JORGE, ELISABETE. (1974). *Two group milne problem: a numerical study of the effect of scattering anisotropy*. Saão Paulo. Publicação IEA -368.

ISHIGURO, YUJI (1975). *Half-range orthogonality theorem for thermal neutron transport*. São Paulo. Publicação IEA -370.

ISORÉ, ALAIN; MIYDA, L. (1975). *Evolução das propriedades anelásticas de um aço liga nos estados martensíticos e perlítico encruado submetido a aquecimento até 600°C*. São Paulo. Publicação IEA – 392.

JOHN WILEY & SONS. ALMEIDA, MARIA APARECIDA T. MARCÍLIO de; MORAES, SÉRGIO de; BAEBÉRIO, JOSÉ CARLOS. (1973). *Determinação indireta de iodo em compostos orgânicos por espectrometria de absorção atômica*. São Paulo. Publicação IEA – 285.

JORGE, ELISABETE. (1974). *Two-group milne problem: a numerical study of the effect of scattering anisotropy*. São Paulo. Publicação IEA 368.

JUNG, P.; LUCKI, G. (1975). *Damage production by fast electrons in dilute alloys of vanadium, niobium and molybdenum*. São Paulo. Publicação IEA –391.

KIEFFER, JULIO; LAUDANNA, ATÍLIO; RUEDA, ROBERTO; ZANCANER, WILSON; PIERONI, RÔMULO RIBEIRO; ALMEIDA, ARY LOPES. (1966). *Radioisótopos em propedêutica hepática*. São Paulo. Publicação IEA – 135.

KIEFFER, JÚLIO; THOM, ANELIESE F.; COELHO NETO, ANTONIO; ZANCANER, Wilson; PIERONI, R. R.. (1967). *Diagnostic value of achilles tendon reflex in thyroid diseases*. São Paulo. Publicação IEA – 137.

KIEFFER, JÚLIO; MEDEIROS NETO, G. A.; PIERONI, R. R.; COELHO NETO, ANTONIO; CAMPUSANO, LUIZ LOPES; CINTRA, ANTONIO B. ULHÔA. (1973). *Perchlorate test in hyperthyroid patients treated with radioactive iodine*. São Paulo. Publicação IEA 298. Reprinted from the New England Journal of Medicine, 273, 1965.

LARANJA, ALMIR AUGUSTO (1963). *Kinetic of uranium (VI) elution from cationic Exchange resin. Amnium sulphate as eluent*. São Paulo. Publicação IEA – 61.

LARANJA, A. A.; LIMA, FAUSTO W. de (1969). *Study of the coprecipitation of the cadmium with amnium diuranate*. São Paulo. Publicação IEA 180.

.Lébron, J. C. (1966). *Centeleografo automático para diagnóstico médicos por meio de isótopos radioativos*. São Paulo. Publicação IEA – 127.

LEME, M. P. T.; RENNER, C.; CATTANI, M. (1972). *Determination of the decay constant for spontaneous fission of ^{238}U* . Publicação IEA – 269. Separata do Nuclear Instruments and Methods, volume 90, 1971.

LESER, JÚLIO; ZIMMERMAN, R. I. (1967). *Espalhamento de nêutrons lentos no chumbo*. São Paulo. Publicação IEA -152.

LIBERMAN, BERNADO; WAJCHENBERG, BERNADO LÉO; PIERONI, R. R. (1967). *Water and electrolyte metabolism in adrenal and pituitary insufficiency II. Effect of glucose and mineralocorticoid adrenal steroids on sodium metabolism, with special reference to exchangeable sodium*. São Paulo. Publicação IEA -140.

LIMA, FAUSTO W. de; ATALLA, L. T. (1961) *Doseamento do fósforo ao nível de partes por milhão em compostos de urânio atômicamente puros pelo método de diluição isotópica*. São Paulo. Publicação IEA – 41.

LIMA, FAUSTO W & ABRÃO, ALCÍDIO (1961). *A produção de compostos de urânio atômicamente puros no IEA*. São Paulo: Publicação IEA-42.

LIMA, FAUSTO W. de; SHIBATA, H. (1964). *Activation analysis applied to forensic investigation. Some observation on the problem of individualization of human hair*. São Paulo. Publicação IEA – 72.:

LIMA, FAUSTO W de (1965). *Development of radiochemistry activities in new research reactor centers*. São Paulo. Publicação IEA – 100. Presented at the Study Group Meeting on the Utilization of Research Reactors. 4-8 novembro de 1963. São Paulo.

LIMA, FAUSTO W. de.; PAGANO, C.; RAMANIAH, V. W. (1965) *Preparação do iodo-131 a partir do telúrio elementar irradiado*. São Paulo. Publicação IEA- 110.

LIMA, FAUSTO WALTER de (1965). *Chemical support and maintenance work in light – water moderated research reactor*. São Paulo. Publicação 119.

LIMA, FAUSTO W. de; SILVA, C. M. (1968). *Activation analysis of chromium in water matrix*. São Paulo. Publicação IEA 161.

LIMA, FAUSTO W. de (1968). *Isotope production and activation analysis using research reactors...*, Bogotá. Publicação IEA - 158 (1968). Study group meeting on research reactor utilization (1967).

LIMA, FAUSTO W.de; SILVA, CÉLIA M. (1968). *Study of the influence of various factors on the radiochemical. Gutzzeit method of activation analysis of arsenic*. São Paulo. Publicação IEA – 176.

LIMA, FAUSTO W.de ; SILVA, CÉLIA M (1970). *Determination of arsenic in germanium by the combination of isotope dilution and activation analysis*. São Paulo. Publicação IEA – 220. Reprinted from journal of radiochemical chemistry, volume 4, 1970.

LIMA, FAUSTO W.de ; SILVA ; ATALLA, LAURA. (1972). *Association of the methods of activation analysis and radioisotope. Determination and isotopique dilution, determination if coopers un high purity gold samples*. São Paulo. Publicação IEA 268. Presented at the American Nuclear Society Tropical Meeting and radiation and isotope. Tecnology in Latin America Development, San Juan, Porto Rico, may, 1969.

LOMBA, MAURÍCIO GOMES; BRASIL, OSWALDO VITAL; KIEFFER, JÚLIO; BARBIERI, JOSÉ CARLOS.(1969). *A biosynthetic method for labelling snake venoms*. São Paulo. Publicação IEA -189..

MACHADO da SILVA, CÉLIA; LIMA, FAUSTO W. de (1963). *A method for determination of Sr-90 – Y-90 by using EDTA and ion-exchange. Application to the determination of those radioisotopes in milk*. São Paulo. Publicação IEA – 60.

MAFFRA, OLGA Y.; BIANCHINI, FERNANDO G.(1967). *Câmara de fissão de múltiplas placas paralelas* São Paulo. Publicação IEA 152.

MAKSoud, JOÃO GILBERTO; THOM, ANNELIESE FISCHER; KIEFFER, JÚLIO; PINTO, VIRGILIO A. CARVALHO. (1972). *Fecal excretion of rose bengal 131 I in the diagnosis of obstructive jaundice in infancy with special reference to biliary atresia*. São Paulo. Publicação IEA - 266. Separata de Pediatrics, volume 48, número 6, 1971.

MASPES, VICTORIO; GNECCO OSWALDO; NOGUEIRA, DURVAL; MAZZEI; JAMRA, MICHEL; LEAL, AURORA (1967). *Estudo comparativo das formas de vitamina B 12 em relação aos níveis plasmáticos e ao ritmo de excreção*. São Paulo. Publicação IEA - 168.

MATTOS, MARIETA C. (1967). *Espalhamento paramétrico de nêutrons por ions de terras raras*. São Paulo. Publicação IEA – 152.

MAYHUGH, M. R.; WATANABE, SHIGUEO; MUCCILLO, R. (1971) *Thermal nêutron dosimetry by phosphor activation*. São Paulo. Publicação IEA - 258.

MEDEIROS NETO; ASSIS, L. M.; NICOLAU WILLIAN; COELHO NETO, A. S.; BLOISE, W.; LUTHOLD, W.; NEGRO, J. L. NEGRO; PIERONI, RÔMULO R. (1965). *Congenital and juvenile hypothyroidism due to thyroid dysgenesis*. São Paulo. Publicação IEA 113.

MEDEIROS NETO, GERALDO A.; NICOLAU, WILLIAN; KIEFFER, JÚLIO; CINTRA, A. B. ULHÔA (1968). *Thyroidal iodoproteins in pendred's syndrome*. São Paulo. Publicação IEA – 177. Reprinted from the Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, volume 28, número 8, 1968.

MEDEIROS NETO, GERALDO A. de; NICOLAU, WILLIAN; CINTRA, A. B. ULHÔA.(1969). *Síndrome de Pendred: estudo clínico e bioquímico do quadro de desormogênese tireoidiana associado à surdo-mudez congênita*. Publicação IEA - 198. trabalho laureado pela Associação de Medicina com o prêmio ‘ Diogo de Farias’ de 1968.

MEDEIROS, NETO, GERALDO A.; NICOLAU, W.; CINTRA, A. B. ULHÔA. (1970). Studies on the concentration of particulate iodoprotein RNA and DNA in normal and endemic goiter glands. São Paulo. Publicação IEA -216.

MEDEIROS NATO, GERALDO A.; LOBO, LUIZ CARLOS GALVÃO; NICOLAU, WILLIAN. (1970). Endemic Goiter in Brazil. São Paulo. Publicação IEA – 215.

MELO, S. C.; PODELCH, P. S.; BARBÉRIO, J. C. (1969). Controle radioquímico de radiofármacos – cromatografia em camada delgada. São Paulo. Publicação IEA – 204.

MELLO, RONALDO E. F. de; BEHAR, MARCOS ROBERTO; MARTINES, EDUARDO WAGNER. (1975). Estudo da fração de vazão média em um escoamento bifásico ar-água em um tubo vertical Publicação IEA – 378.

MOURA, LAIS Pimenta; DAGMAR C. C.(1967) Comparação internacional de medida absoluta da atividade específica de duas soluções de Co-60. São Paulo. Publicação IEA – 152.

MOURA, LAIZ PIMENTA, DAGMAR C. C. Medida absoluta da atividade específica da soluções radioativas: determinação de massa e do fator de diluição. São Paulo. Publicação IEA. – 152.

MORAES, SÉRGIO de; CIPRIANI, MOACIR; ABRÃO, ALCÍDIO. (1974). Separação de traços de zinco e de paládio em urânio por extração com tri-n-octilamina. Determinação direta na fase orgânica por absorção atômica. São Paulo. Publicação IEA-367.

MURAMOTO, ASSIS LÍCIO MARQUES; CINTRA, ANTONIO B. ULHÔA ; Pieroni, R. R. (1969). Método de dosagem do ácido 3-metoxi-4- hidroximandélico na urina por técnica cromatográfica monodimensional. São Paulo. Publicação IEA – 187. Separata da Revista: Associação Médica Brasileira, volume 15, número 5, 1969.

MURAMOTO, EMIKO; NICOLAU, WILLIAN; IKEDA, ETSUKO; ASSIS, LÍCIO MARQUES de; PIERONI, R. R. (1973). Padronização do método radiobiológico para estimativa do estimulador tireoideano de ação prolongada (LATS) no soro humano. SÃO PAULO. Publicação IEA – 283. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 18, número 10, 1972.

NAKAJIMA, TOSHIYUKI; TOTTI, V.; WATANABE, S.; FUJIMOTO, K.; MAUNG, S.; NISHIMURA, A. (1975). Back-scatter and building-up effects on the thermoluminescence sensitivity of a thermal nêutron monitor. São Paulo. Publicação IEA – 372.

NAKAJIMA, TOSHIYUKI; WATANABE, S. (1975). New method for estimating gamma-ray exposure sustained in radiation accidents. Possibilities of using organic substances as monitor. São Paulo. Publicação IEA – 390. Publicado no: Journal of Nuclear Science and Technology, volume 11 (12), 1974.

NASTASI, MARIA JOSÉ C.; ABRÃO, ALCÍDIO. (1958). *Construction and operation of a proportional gás flow counter*. São Paulo. Publicação IEA -157. XVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência em 1956.

NASTASI, MARIA JOSÉ; CÁCERES, C (1965). *Programação digital para o cálculo das atividades dos produtos de fissão de meias vidas longas*. São Paulo. Publicação IEA – 111.

NASTASI, MARIA JOSÉ; DOMINGUEZ, G. (1971). *Purification del actinio-227 por intercambio cationico*. São Paulo. Publicação IEA –229. Publicado pela Real Sociedad Española de Física y Química, tomo LXVI, número 78, 1970. (Annales de quimica).

NICOLAU, W.; KIEFFER, J.; PIERONI, R. R. (1967). *Insoluble iodoprotein in thyroid nodules*. São Paulo. Publicação IEA – 169. 5th international Thiroid Conference; Roma.

NICOLAU, WILLIAN; MURAMOTO, EMIKO; ASSIS, LÍCIO MARQUES; RÔMULO, R.; CINTRA, ANTÔNIO B. ULHÔA. (1969). *Determinação dos valores de excreção urinária em VMA em indivíduos normais e em portadores de doença hipertensiva arterial essencial. Estudos comparativos com níveis obtidos em pacientes com neoplasias do tecido cromafínico*.

NICOLAU, WILLIAN; MURAMOTO, EMIKO; ASSIS, LÍCIO MARQUES; PIERONI., R. R.; CINTRA, ANTONIO B. ULHÔA. (1969). *Estudo da excreção urinária em VMA em indivíduos normais e em pacientes portadores da doença hipertensiva arterial essencial, submetidos a um estímulo hipoglicimiente*. São Paulo. Publicação IEA – 195. Separata da Revista da Associação Médica Brasileira, volume 15, número 7, 1969.

NICOLAU, WILLIAN; ASSIS, LÍCIO MARQUES de (1969). *Catecolaminas; síntese, metabolismo e ações*. São Paulo. Publicação IEA - 201. Separata da Revista do Hospital das Clínicas de São Paulo.

NICOLAU, WILLIAN; ASSIS, LÍCIO MARQUES, MURAMOTO, EMIKO; IKEDA, ETSUKO; PIERONI, R. R.; CINTRA, A. B. de ULHÔA.(1972). *Análise compartimental do iodo em indivíduos normais e hipertireoideanos*. São Paulo. Publicação IEA - 272. Separata da Revista Acta Endocrinológica Pan-america, volume 3, número 1, 1972.

NISHIOKA, ISÁO (1970). *Influência da moagem sobre as características dos pós de UO₂*. São Paulo. Publicação IEA -223. Separata de Metalurgia, volume 26, número 156, 1970.

OCCHIPINT, ANTONIO GARCIA; SANCHEZ, WLADIMIR; GAGLIONE, SEBASTIÃO. (1973). *Estudos para o sistema de disposição oceânica de Santos e São Vicente. Relatório Parcial número 1..* São Paulo. Publicação IEA-300.

OOSTERKAMP, W. J. (1974). *Evaluation of fast reactor blankets*. São Paulo. Publicação IEA 354. Apresentado na Conferência sobre advanced reactors, 1974, EUA.

PAGANO, da SILVA, CONSTÂNCIA; RAMANIAH, V. M. (1965). *Preparação de iodo-131 a partir do telúrio elementar irradiado*. São Paulo. Publicação IEA – 110

PAGANO da SILVA, CONSTÂNCIA (1968). *Produção de radioisótopos na Divisão de Radioquímica do Instituto de Energia Atômica*. São Paulo. Publicação IEA-159.

PALACIO, ELIAS; OLIVEIRA, P. L. C. (1976). *Determinação da capacidade radiológica da zona de influência do IEA*. São Paulo. Publicação IEA - 454.

PARENTE, CARLOS B. R.(1967). *Ajuste do cristal monocromador do difratômetro de neutrons do Instituto de Energia Atômica*. São Paulo. Publicação IEA -152.

PARENTE, C.B. R.; HARADA, K.; HOISHI, Y. WENZEL, R. G.(1967). *determinação do comprimento de onda do feixe monocromático e correção no ângulo de espalhamento da amostra num difratômetro de nêutrons*.São Paulo. Publicação IEA – 152.

PENTEADO FILHO, AZOR C.; SANTOS, M. D. DE SOUZA. *A Operational experience and utilization of the Brazilian 5 MW swimming pool reactor*. São Paulo. Publicação IEA – 44.

PEREIRA, PAULO SÉRGIO C.; SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; FREITAS, CLAUER TRENCH (1964). *Controle dimensional de pastilhas de urânio para o reator "re-suco"*. Publicação IEA - 81. São Paulo: IEA

PIERONI, R. R; HERDADE, S. B; HEHL, W. S; PEREIRA, C. R (1958). *Radiation intensity levels and air and water activities observed with the IEA-R1 swimming pool reactor at 5 MW*. Publicação IEA-16. São Paulo: IEA.

PIERONI, R. R.; KIEFFER, J.; COELHO, A.; WAJCHENBERG, B. L.; NICOLAU, W.; LUTHOLD, W. W.; BLOISE, J.; GNECCO, O; MACHADO, M. M.; TOLEDO, A.; RODA, J. C. da; CINTRA, A. B.; BARBÉRIO, J. C. (1963). *Uso Del I-131 em propedêutica tireóidea*. São Paulo. Publicação IEA – 73

PODLECH, PABLO A. SANCHEZ; BORZANI, WALTER (1973). *Oil drop size distribution in hydrocarbon-water system*. São Paulo. Publicação IEA - 284.
Separata de Biotechnology and Bioengineering, volume XIV, página 43-59 (1972).

PLATA, A.; SANCHEZ, W.; SZULAK, C. (1973). *Estudos dos aquíferos das Bacias dos rios Gurguéia e Fidalgo, Estado do Piauí, utilizando isótopos ambientais*. São Paulo. Publicação IEA -315.

PRICIOTI, GUIDO; CUNHA FILHO, JOAQUIM de SYLOS; NIGRO, FRANCISCO EMILIO BACCARO; GANNAN, WALDIR D. ABA. (1969). *Estudo térmico de uma blindagem gama*. São Paulo. Publicação IEA – 196.

PUSCHEL, SÔNIA M. P.;LIMA, FAUSTO W. de (1971). *Application of the retaining ion technique to separation of ions by electrophoretic focussing ions*. São Paulo. Publicação IEA - 232. Reprinted from Radiochemical and Radioanalytical Letters, volume 6, número 3, 1971.

PUSCHEL, SÔNIA M. P.; LIMA, FAUSTO W. de (1971). *Retention of tantalum by hydrated antimony/V/oxide is strongly and media*.São Paulo. Publicação IEA 239. Reprinted from Radiochemical and radioanalytical letters, volume 6, número 5,1971

REIS, DAGMAR C. C.; MOURA, LAIS P. de (1965). *Absolute measurements of the activity of radionuclides I - The defined solid angle method with Geiger Müller counters*. São Paulo. Publicação IEA 114.

- REIS, DAGMAR C. C.; MOURA, LAIS P. de. (1967). *Características do contador 4? tipo Pill-box*. São Paulo. Publicação IEA 152.
- RIBAS, F. J.; ABRÃO, ALCÍDIO; LIMA, F. W. de (1965). *Concentration and purification of cesium from fission products*. São Paulo. Publicação IEA – 109
- RIBAS, A, G. S.; ABRÃO, A. (1970). *Estudos de sorção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio. Parte I: fixação seletiva do tório*. São Paulo. Publicação IEA – 209.
- RIBAS, A, G. S.; ABRÃO, A (1970). *Estudos de sorção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio. Parte II. Efeito do EDTA na descontaminação do tório*. São Paulo. Publicação IEA -210.
- RIBAS, A, G. S.; ABRÃO, A. (1972). *Estudos de sorção de urânio contido em soluções de nitrato de urânio por resina catiônica forte e sua eluição com sulfato de amônio. Parte III; descontaminação de fosfato*. São Paulo. Publicação IEA – 264.
- RIBAS, A, G. S.; ABRÃO, A. (1973). *Preparação de UO_2 apropriado para obtenção de UF_4* . São Paulo. Publicação IEA – 318.
- RODRIGUES, JOSÓ MARIA COSTA (1965). *Waste disposal problems at the Instituto de Energia Atômica*. São Paulo. Publicação IEA – 102.
- RODRIGUES, CLAUDIO, VINHAS, LAERCIO A.; HERDADE, SILVIO B.; AMARAL, LIA Q.(1967). *Secção de choque total para UO_2 para nêutrons lentos*. São Paulo. Publicação IEA – 152.
- RODRIGUES, C.; AMARAL, L. Q. do; VINHAS, L. A.; HERDADE, S. B. (1972). *Proton motions in methanol by cold neutron scattering*. São Paulo. Publicação IEA – 273. Separata de Journal of Chemical Physics, volume 56, número 6, 1972. Nesta época o professor Damy já tinha saído do IEA e encontrava-se dirigindo Divisão de Física Nuclear o professor José Goldemberg.
- RODRIGUES, ANTONIO FERNANDO (1975). *Aplicações do SCR em controle de potência*. São Paulo. Publicação IEA 376.
- RODRIGUES, JOSÉ MARIA COSTA (1965). *Waste disposal problems at the Instituto de Energia Atômica*. São Paulo. Publicação IEA – 102.
- SANCHEZ, WLADIMIR; AGUDO, GARCIA; SANTOS, J. LEOMAX dos; SZULAK, C.; OCCIPINT, A. G. (1973). *Estudos para o sistema de disposição oceânica de Santos e São Vicente. Relatório Parcial número 2*. São Paulo. Publicação IEA-301.
- THOM, ANNELIESE FISHER; PIERONI, R. R; KIEFFER, JÚLIO (1972). *Adaptação da técnica do perfil radioativo à semiologia das afecções do canal raqueano da medula e de seus envoltórios. Parte II. Aplicação à investigação clínica e básica*. Publicação IEA - 281.
- SANTOS, THARCISIO, D. de SOUZA; BIDWELL, RICHARD M.; HAYDT, HELITON M.; FREITAS, CLAUER TRENCH DE; SILVA, PAULO SÉRGIO C. PEREIRA

DA.(1963). *Organização e realizações da Divisão de Metalurgia Nuclear do Instituto de Energia Atômica*. Publicação IEA -62. São Paulo. IEA.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; BIDWELL, RICHARD M.; FREITAS, CLAUER TRENCH; HAYDT, HELITON M; SILVA, PAULO SÉRGIO C. PEREIRA (1964). *Estudo experimental das principais variáveis para a produção de pastilhas de UO_2 para o reator sub-crítico "Re-suco"*. São Paulo:Publicação IEA – 82.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; BIDWELL, RICHARD M.; FREITAS, CLAUER TRENCH de; HAYDT, HELITON M.; SILVA, PAULO SÉRGIO PEREIRA da. (1964). BIDWELL, RICHARD M. (1965). *Emprego da termodinâmica na previsão de reações encontradas no desenvolvimento de reatores nucleares de combustível líquido*. São Paulo. Publicação IEA – 88. Separata de Metalurgia, revista da Associação Brasileira de Metais, número 86, volume 21. Apresentado no XVIII Congresso Anual da ABM em 1963

SANTOS, THARCISIO D. de Souza; HAYDT, HELLITON MOTTA; FREITAS, CLAUER TRENCH (1965). *Produção experimental de urânio e tório metálicos no IEA*. São Paulo: Publicação IEA-89.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; HAYDT, HELITON M.; FREITAS, CLAUER TRENCH (1965). *Fabricação dos elementos combustíveis de UO_2 para o conjunto subcrítico "Re-Suco"*. São Paulo: Publicação IEA-92.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; HAYDT, HELITON M.; FREITAS, CLAUER TRENCH (1965). *Fabricação de elementos combustíveis para o reator Argonauta, do Instituto de engenharia Nuclear*. São Paulo. Publicação IEA –95.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; HAYDT, HELITON M.; FREITAS, CLAUER TRENCH (1965), *Principais características metalúrgicas dos elementos combustíveis produzidos para o reator "Argonauta" do instituto de Engenharia Nuclear*. São Paulo: Publicação IEA – 112.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; HAYDT, HELITON M.; FREITAS, CLAUER TRENCH; CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI; PUCINI, ERNESTO COUTINHO. (1966). *Estudo experimental da produção de pastilhas de ThO_2 e de ThO_2-UO_2* . São Paulo. Publicação IEA - 132.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; HAYDT, HELITON M.; FREITAS, CLAUER TRENCH; GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE. (1966). *Características de placas delgadas para elementos combustíveis contendo dispersões de U_3O_8-Al* . Publicação IEA 134. Apresentado no XXI Congresso Anual da ABM em 1966.

SANTOS, THARCÍSIO DAMY de SOUZA; CAPOCHI, JOSÉ DEODORO TRANI; CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE. (1968). *Estudo experimental de fabricação de elementos combustíveis planos dotados de múltiplos cermets*. São Paulo. Publicação IEA 162.

SANTOS, THARCISIO, D. de SOUZA; HAYDT, HELITON M ; FREITAS, CLAUER TRENCH DE; GENTILE, ERBERTO FRANCISCO; CAPOCHI, JOSÉ DEODORO

TRANI CINTRA, SEBASTIÃO HERMANO LEITE. (1969). *Fabricacion de elementos combustibles para reactores de investigation*. São Paulo. Publicação IEA -190.

SANTOS, THARCISIO, D. de SOUZA (1969). *Tratamento pirometalúrgico de elementos combustíveis planos U_3O_8 – Alumínio*. São Paulo. Publicação IEA – 193. Separata de Metalurgia, volume 25, número 142, 1969.

SILVA, CÉLIA MACHADO; LIMA, FAUSTO W. de (1963). *A method for determination of Sr-90/Y-90 by using EDTA and íon-exchange application to the determination of those radiosotopes in milk*. São Paulo. Publicação IEA – 60. Pan-American Conference on Radiochemistry promoted by the Inter- American nuclear Energy Commission. Uruguai, em 23/07/1963.

SILVA FILHO, JOAQUIM, G.; ABRÃO, ALCÍDIO; LIMA, FAUSTO W. (1965). *Activation analysis of gold in ores samples*. São Paulo. Publicação IEA – 98

SILVA, PAULO SERGIO C. PEREIRA DA; SANTOS, THARCÍSIO, DAMY DE SOUZA, FREITAS, CLAUER TRENCH (1964). *Controle dimensional de pastilhas de urânio para o reator ‘Re – Suco’*. Publicação IEA – 81. São Paulo. IEA. Dezembro de 1964.

SNYDER, WALTER S. (1974). *Monte Carlo estimation of dose from internal sources of photons in a anthropomorphic model of the human body*. São Paulo. Publicação IEA 346.

STRUFALDI, BRUNO; ENGELSTEIN, EMÍLIO; MITTA, ALDO E. A.; BARBÉRIO JOSÉ CARLOS (1965). *Determinação de impurezas radioativas em compostos marcados com iodo - 131 pelo emprego da cromatografia em camada delgada*. São Paulo. Publicação IEA – 120.

SUAREZ, A. A.; EGIDY, T. V.; KAISER W.; MAHLEIN,, H.F.; JONES, A.(1967). *Eletrons de conversão do ^{188}Re após captura radioativa de nêutrons*. São Paulo. Publicação IEA -152.

SUAREZ, A. A.; COUTINHO, F. A. B.(1967). *Representação para o cálculo de aberrações de Segunda ordem em optica de partículas para campos magnéticos homogêneos ($n=1$)*. São Paulo. Publicação IEA -152.

SZMUK, PETER; WATANABE, SHIGUEO (1971). *Dating of Brazilian indian pottery by themoluminescent dosimetry*. São Paulo. Publicação IEA 231.

THOM, ANNELIESE FISCHER; PIERONI, R. R; KIEFFER, JÚLIO. (1972). *Adaptação da técnica do perfil radioativo à semiologia das afecções do canal raqueano da medula e de seus envoltórios. Parte I. Descrição, características e desempenho do sistema de detecção e varredura*. São Paulo. Publicação IEA -280.

TOLEDO, P. S.; DAMY de SOUZA SANTOS, MARCELO; BRENNER, RAUL; PENTEADO, A. C.(1960). *A new method for the individual detection of failed fuel elements in the swimming pool reactors*. Publicação IEA-17. São Paulo: IEA.

VINHAS, I. A.; HERDADE SILVIO B.; RODRIGUES, CLAUDIO; AMARAL, LIA Q. *Medida de secção de choque total do ferro policristalino para nêutrons lentos*. São Paulo. Publicação IEA 152.

WAJCHENBERG, B. L.; LEME, C. E.; KIEFFER, JÚLIO; PEREIRA, V. G. (1969). *Effect of dexamethasone on citrate metabolism*. São Paulo. Publicação IEA - 181...

WAJCHENBERG, BERNADO LÉO; PEREIRA, VIRGILIO GONÇALVES; KIEFFER, JÚLIO; URSIC SILVIO (1969). *Effect of dexamethasone on calcium metabolism and ^{47}Ca kinetics in normal subjects*. São Paulo. Publicação IEA – 182.

WAJCHENBERG, BERNADO LÉO (1970). *Urinary calcium and phosphorus homeostasis in hypercortisolism. Evaluation by means of calcium infusion test*. São Paulo. Publicação IEA - 228

WAJCHENBERG, B.; NAKASONE, K.; PASTERNAK, K. (1970). *Effect of short-term tolbutamide treatment on insulin dynamics in newly diagnosed obese and non-obese adult diabetics*. São Paulo. Publicação IEA -197. Reprinted from Hormone and Metabolic Research, volume 2, número1,1969.

WAJCHENBERG, B. L.; MOHER, E. F. (1971). *Exchangeable potassium in states of adrenocortical dysfunction and in induced hypercortisonism*. São Paulo. Publicação IEA – 244. Reprinted from European Journal of Clinical and Biological Research, volume XVI, 1971.

WATANABE, SHIGUEO. (1971). *Pre-and post – annealing properties of low temperature glow peaks 2 and 3 in LiF:Mg* . São Paulo. Publicação IEA – 233.

WATANABE, SHIGUEO; OKUNO, EMIKO. (1971). *Thermoluminescent response of natural Brazilian Fluorite to ^{137}Cs gamma rays*. São Paulo. Publicação IEA – 252.

WATANABE, SHIGUEO; OKUNO, EMIKO. (1971). *UV induced thermoluminescent in natural calcium fluoride*. São Paulo. Publicação IEA – 253.

WATANABE, SHIGUEO; MORATO, SPERO PENHA (1971). *Continuous model for TL traps*. Publicação IEA - 256

WENZEL, R.G.; FULFARO, R.; STASIULEVICIUS, R. (1967). *Determinação experimental de parâmetros característicos de cristais monocromadores de nêutrons*. São Paulo. Publicação IEA – 152.

ZIMMERMAN, ROBERT; MARTINS, OLIVIER; MATTOS, MARIETA de CAMARGO; MATTOS, MANUEL de ABREU CAMARGO (1962). *Seções de choque para nêutrons do praseodímio, itérbio e lutécio*. São Paulo: Publicação IEA – 51.

ZIMMERMAN, R. L. and BRENNER, R.(1964). *Neutron velocity selector of the IEA mechanical design and eletronic control*. São Paulo: Publicação IEA- 76.

ZIMMERMAN, R.; MARTINS, O; ABREU, M. ;MATTOS C. (1964). *Neutron cross section of praseodymium, yterbium and lutertium*. São Paulo. Publicação IEA –75.

Série de Publicações IPEN

ABRÃO, ALCÍDEO (1994). *O ciclo do urânio no IPEN*. São Paulo: Publicação IPEN-398.

ALBUQUERQUE, MARIA da PENHA; XAVIER, MARCOS; CALDAS, LINDA VIOLA EHLIN.(1988) *Determinação do espalhamento da radiação gama com mudanças na geometria do sistema*. São Paulo. Publicação IPEN- 145.

AMBRÓSIO FILHO, F.; BOSE, A.(1979). *Development and fabrication of fuel elements for the IEA-R1 reactor*. São Paulp. Publicação IPEN-4.

ARAÚJO, BERTHA F. DE; ALMEIDA, SILVIO E. DE; FORBICINI, SÉRGIO; MATSUDA, HARHO J.; ARAÚJO, J. ADROALDO de.(1981). *Estudo da redução eletrolítica do urânio-VI a urânio-IV em sistemas nitrato*. São Paulo. Publicação IPEN – 24.

BORGHI, VÂNIA CAIRA; SILVA, SANDRA ROSA; BELLINI, MARIA HELENA; LIN, LIN HUI (1992). *Produção de reagentes biológicos para radioimunoensaio: segundo anticorpo*. São Paulo. Publicação IPEN – 361.

BORGHI, VÂNIA CAIRA; LIN, LIN HUI; LOPES, EDNA MARIA LOURENÇÃO; MORAES, KHATOUNIAN, VANDA (1992). *Avaliação do Riakalk: um programa para microcomputadores de análise de dados do radioimunoensaio*. São Paulo. Publicação IPEN – 362.

BUSTILLOS, J. A. W. V.; RODRIGUES, C.; IYER, S. S. (1981). *Análise quantitativa dos gases oclusos nas pastilhas de dióxido de urânio pela técnica de espectrometria de massa*. São Paulo. Publicação IPEN – 29.

CARVALHO, FÁTIMA MARIA SIQUEIRA de; ABRÃO, ALCÍDEO.(1988). *Determinação voltamétrica da relação O:U em óxido de urânio*. São Paulo. Publicação IPEN-148.

CAMPOS, LETÍCIA LUCENTE; ROSA, ANTÔNIO RIBEIRO da(1988). *Determinação simultânea das doses absorvidas devido às radiações beta e gama com CaSO₄ : Dy produzido no IPEN* . São Paulo: Publicação IPEN-143.

CESAR, M. F.; GERALDO, L. P.(1981) *Studies of particles registration in LR-115 type II. A solid state nuclear track detector*. São Paulo. Publicação IPEN-31,

CHANDRA, U.; AOKI, P. E.; SILVA, J. A. RAMOS E; CASTAGNET, A. C. (1981). *Measuring of flow and detection of ground water by radioactive trace hydrological evaluation of a waste disposal site at Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)*. São Paulo. Publicação IPEN – 28.

CHANDRA, U.; GALINDO, B.J.; CASTAGNET, A.C. (1981). *Development of conductivity probe and temperature probe for in-situ measurements in hydrological studies*. São Paulo. Publicação IPEN-27.

CHARBEL, MARIA YOUSSEF; LORDELLO, ANTÔNIO ROBERTO (1985). *Determination of traces impurities in high purity water by emission spectroscopy and flame photometry*. São Paulo. Publicação IPEN-74.

COSTA, TÂNIA ALVES da; ROGERO, JOSÉ ROBERTO (1988). *Danos de radiação gama em crotamina*. São Paulo. Publicação IPEN-151.

DANTAS, JOSÉ MARIA; ABRÃO, ALCÍDIO. (1981). *Estudo da caracterização e da decomposição térmica de compostos de urânio por termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial*. São Paulo. Publicação IPEN 21.

DEUS, S. F.; PONTON, J. W. (1970). *The development of a mathematical phantom, representing a 10-years old for use in internal dosimetry calculation*. São Paulo. Publicação IPEN-8.

FANARO, LEDA CRISTINA CABELO BERNADES. (1985) *Validação do código XSDRN para cálculos neutrônicos em reatores PWR, com combustíveis cerâmicos, com enriquecimento da ordem de 4%*. São Paulo. Publicação IPEN-73.

FIGUEIREDO NETO, A. M.; VINHAS, L. A. A. (1979). *Atomic motions in solid and liquid methanol by neutron inelastic scattering*. São Paulo. Publicação IPEN-2.

FRAJNDLICH, ROBERTO; SOUZA, JOEL ALVARENGA de (1985). *Aplicação do código Tempe à cálculos hidrotérmicos do núcleo do reator IEA-R1 operando a 2MW para a determinação da vazão mínima do refrigerante*. São Paulo. Publicação IPEN-82.

FLOH, BERTHA; ABRÃO, ALCÍDEO (1980). *Removal of fission products ruthenium from pure process solutions: thiourea as complexing agent*. São Paulo. Publicação IPEN-14.

FORD, M. R.; DEUS, S. F.; SNYDER, W. S. (1979) *On the dose to the stomach wall from injected ^{99m}Tc pertechnetate*. São Paulo. Publicação IPEN-9.

FREITAS. (1985) *Study of ^{237}Np photonuclear reactions near threshold induced by gamma rays from thermal neutron capture*. São Paulo. Publicação IPEN-83.

FULFARO, R.; VINHAS, L. ^a; PUGLIESI, R. focusing, R.; VINHAS, L. ^a; PUGLIESI, R (1980). *Focusing conditions in neutron inelastic scattering experiments with the IPEN triple-axis spectrometer*. São Paulo. Publicação IPEN-20.

GOMES, R.P. & RIELLA, H.G (1990). *Desenvolvimento de processo de redução de TCAU à UO_2 em leito fluidizado*. São Paulo: Publicação IPEN-309, (1990).

GORSKI, MARIA SÍLVIA; BRUZINGA, WILSON A. (1990). *Projeto e construção de detectores metálicos halogenados tipo Geiger- Müller com janela de mica*. São Paulo: Série Publicação IPEN-315.

HAMADA, MARGARIDA MIZUE; MESQUITA, CARLOS HENRIQUE; GONÇALVES DA SILVA, CONSTÂNCIA PAGANO. (1988). *Desenvolvimento de uma técnica de fase sólida para radioimunoensaio do hormônio triiodotironina (T 3) no soro*. São Paulo. Publicação IPEN 215.

HIROMOTO, GORO et al (1988). *Programa de monitoração ambiental da usina de enriquecimento de urânio Almirante Álvaro Alberto*. São Paulo: publicação IPEN-233, (1988).

IWASAKE, KUNIHIKO (1979). *An automatic measuring system of internal friction at low temperature* . São Paulo. Publicação IPEN-5.

JACOMINO, VANUSA MARIA FELICIANO; MADUAR, MARCELO FRANCIS (1992). *Monitoração ambiental nas imediações de instalações nucleares*. São Paulo. Publicação IPEn -363.

KATHURIA, S. P.; CAMPOS, L. L. GORDON, ^a M. P. L. (1981). *Dosimetric characteristic and radiation monitoring with CaSO₄ (Dy):NaCl pellets*. São Paulo. Publicação IPEN 32.

LORDELLO, ANTONIO ROBERTO; ABRÃO, ALCÍDEO (1979). *Determinação espectroquímica dos elementos lantanídeos em compostos de urânio, após separação cromatográfica em coluna de alumina-ácido fluorídrico*. São Paulo. Publicação IPEN-6.

MATSUDA, HAKO TAMURA; ABRÃO, ALCÍDEO (1980). *New technique for synthesizing AMP: precipitation inside na iron-exchange resin and its application to separation of cesium from fission products and to a ^{137m} Ba generator*. São Paulo. Publicação IPEN-13.

MESQUITA, CARLOS HENRIQUE; HAMADA, MARGARIDA MIZUE (1985). *Características e normas técnicas do conjunto de reativo (“kit”) para o doseamento de insulina humana, por radioimunoensaio*. São Paulo. Publicação IPEN 84. IPEN

MESQUITA, CARLOS HENRIQUE; HAMADA, MARGARIDA MIZUE (1987). *Considerações teóricas e práticas sobre a degradação de radiotraçadores moleculares: formulação de modelo matemático –aplicação à degradação da radioinsulina – ¹²⁵ I*. São Paulo. Publicação IPEN – 125. IPEN.

MORAES, ANTÔNIO PROENÇA VIEIRA; KHOURI, MARÍLIA TEREZA FREITAS CESAR (1985). *Radon detection in soils by solid state nuclear track detectors*. São Paulo. Publicação IPEN-80, (1985).

MATSUDA, HARKO TAMURA; ARAÚJO, BERTHA FLOH de; ARAÚJO, J. ADROALDO de (1981). *Determinação de fosfato tri-n-butila por densimetria de precisão no sistema TBR-varsol-HNO₃*. São Paulo. Publicação IPEN-23, (1981).

MERTZIG, WERNA; MATSUDA, HARKO T.; ARAÚJO, BERTHA F. de; ARAÚJO, J. ADROALDO (1981). *Uso da técnica de eletrodeposição na preparação de amostras de ²³⁷Np e sua determinação por espectrometria alfa*. São Paulo. Publicação IPEN-25.

MURATA, YOKO; ROGERO, JOSÉ ROBERTO(1988). *Análise cromatográfica por exclusão em amostras de veneno de cascavel irradiados com Co-60*. São paulo. Publicação IPEN-154.

MURATA, YOKO; ROGERO, JOSÉ ROBERTO(1988). *Efeito da radiação gama em veneno de Crotalus Durissus Terrificus: espectro antigênicos*. São Paulo. Publicação IPEN-155.

NAKATA, HORÁCIO (1985).. *Aceleração de programa nodal FERM*. São Paulo. Publicação IPEN-72.

PACI, BÁRBARA; SAITI, MITIKO (1985). *Use of radioactive tracers in chemical reactions. Displacement of zinc-nickel complexes for quantitative determination of nickel*. São Paulo. Publicação IPEN-7.

PIRES, MARIA APARECIDA FAUSTINO; BELLINTANI, SANDRA APARECIDA (1985). *Método para a determinação rotineira de fluoreto em urina por meio de eletrodo seletivo de íons*. São Paulo. Publicação IPEN-81.

PIRES, MARIA APARECIDA FAUSTINO; ABRÃO, ALCÍDIO (1981). *Resolução da mistura TBP-H₂ MPB-HDBP-H₃ PO₄. Aplicação aos sistemas UO₂(NO₃)₄-TBP, Th(NO₃)₄-TBP e ZrO(NO₃)₂-TBP*. São Paulo. Publicação IPEN-19.

PRADO, LÚCIA (1988). *Sistemas de transferência de compostos fluorados gasosos para análise por espectrofotometria infravermelha*. São Paulo. Publicação IPEN –149.

ROCCA, HÉCTOR CARLOS; ENOKIHARA, PEDRO EITI; ROSTELATO, MARIA ELISA C. MARTINS; LEPKI, VLADIMIR; BAMBALAS EDMILSON (1988). *Determinação de perfis de concentração de Cs-137 nos focos principais do acidente geológico de Goiânia*. São Paulo. Publicação IPEN –147.

ROSA, ANTÔNIO RIBEIRO da; CALDAS, LINDA VIOLA EHLIN (1988). *Estudos comparativos de thermoluminescência e absorção óptica com TLD-1000 e o LiF puro*. São Paulo. Publicação IPEN-144.

SABATO, SUSY FREY; LORDELLO, ANTÔNIO ROBERTO (1985). *Determinação fotométrica de Na, K, Li em compostos de urânio*. São Paulo. Publicação IPEN-75.

SATO, IVONE MULAKO; IMAKUMA, KENGO, SALVADOR, VERA L. R. (1981). *Caractrização de Zircaloy-2 e Zircaloy-4 por fluorescência de raios – X*. São Paulo. Publicação IPEN-18.

SATO, IVONE MULAKO; SALVADOR VERA LUCIA; LORDELLO, ANTÔNIO ROBERTO (1985). *Aplicação da técnica de fluorescência de raios-X na determinação de háfnio em zircaloys*. São Paulo. Publicação IPEN-78.

SALVADOR, VERA LUCIA; SATO, IVONE MULAKO; LORDELLO, ANTÔNIO ROBERTO(1985). *Avaliação de métodos de correções matemáticas na determinação de*

teores de nióbio e zircônio em ligas de U-Nb e U-Zr pela técnica de fluorescência de raios-X. São Paulo. Publicação IPEN-77.

STOPA, CARLOS R. S.; Pecequillo, B. R. S. (1981). *Energy and relative efficiency calibration of a Ge(Li) gamma ray spectrometer*. São Paulo. Publicação IPEN-12.

SAXENA, R. N.; JAHNEL, C.; ZAWISLAK F. C.(1980). *Gamma-gamma directional correlations for transitions in Kr-84*. São Paulo. Publicação IPEN -16.

SHIGMATSU, H. M.; SATO, I. M.; IYER, S. S.(1981). *Determinação do baixo teor de tório em granitos com a técnica de fluorescência de raios-X*. São Paulo. Publicação IPEN-11.

SILVA, R. da; SAXENA, R. N.; SCHAF, J.; LIVI, F. P.; ZAWISLAK, F. C.(1981). *Magnetic hyperfine field on Ta in the CO₂ HfAl and CO 2 HfGa heusler alloys*. São Paulo. Publicação IPEN – 30.

SOOD, S. P.; UMEDA, KIYOE (1981) . *Preparação de óxido de zircônio nuclearmente puro a partir de zircão*. São Paulo. Publicação IPEN – 26..

SOUZA FILHO, JAYME NUNES de; ROGERO, JOSÉ ROBERTO(1988) *Efeitos da radiação gama em crotoxina (toxina do veneno da Crotalus durissus terrificus)*. São Paulo. Publicação IPEN-155.

CONSTÂNCIA PAGANO da SILVA (1985). *Determination of inorganic radioiodine in ¹³¹I – Rose bengale and ¹³¹I- Bromosulfophtelein* São Paulo. Publicação IPEN-79.

VASCONCELLOS, M. B. A.; LIMA, F. W. (1979). *Coprecipitation with ferric hydroxide: na application to the separation of copper and arsenic and of arsenic and antimony*. São Paulo. Publicação IPEN-3.

VASCONCELLOS, M. B. A; ARMELIN, MARIA JOSÉ A>, FULFARO, R. *A comparative study of some methods for the determination of uranium used at the Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares*. Publicação IPEN-17, (1980).

VIEIRA, ARTUR RODRIGUES; PÉREZ, HOMERO ENRIQUE BAÑADOS. *Testes de longa duração no IEA-R1 com câmaras de ionização de nêutrons compensada e não compensada*. Proceedings do Terceiro Congresso Geral de Energia Nuclear (22-27/04/1990). Rio de Janeiro.

VILLAVICENCIO, ANNA LUCIA C. H.; MASTRO, NÉLIDA LUCIA del. *Efeito da radiação de ⁶⁰Co em células peritoneais*. São Paulo. Publicação IPEN-152, (1988).

VINHAS, L. A.; FULFARO, R. *Total neutron cross section of iron*. São Paulo. Publicação IPEN-10, (1979).

Walter, V. S.; Vinhas, L. A. *Atomic motions in liquid and solid cyclohexanol studied by incoherent inelastic neutron scattering*. São Paulo. Publicação IPEN-1, (1979).

Walter, V. S.; Vinhas, L. A; FULFARO, R. *Dynamics of water in deoxyribonucleic and acid studied by neutron inelastic scattering*. São Paulo. Publicação IPEN-15, (1980).

Série Informação IEA/ IPEN

PRADO, L. CINTRA; HERONI, R. R (1962). *O Instituto de Energia Atômica e o II P.A.G.E. Resumo das sugestões e comentários (1962)*. São Paulo. Informação IEA – 3.

HEHL, MAXIMILIAN E. (1963). *Introdução ao estudo do computador analógico Pace TR-48*. São Paulo. Informação IEA -4.

HEHL, MAXIMILIAN EMIL. (1967). *Vetores, matrizes e determinantes*. (1967). São Paulo. Publicação IEA -7.

LIMA, FAUSTO W. (1967). *Análise por ativação de controle de materiais de alta pureza*. São Paulo. Informação IEA -9.

ATALLA, LAURA T. (1968). *Dados nucleares de alguns radioisótopos úteis em espectrometria de raios gama e em análise por ativação*. São Paulo. Informação IEA -10.

MAFRA, OLGA Y. (1970). *Manual experimental de técnicas e medidas nucleares*. São Paulo. Informação IEA -17.

BORGONOV, G. M. (1971). *Selected topics on dynamics of cristal lattices*. São Paulo. Informação IEA -19.

COSTA, JOSÉ RIBEIRO. (1972). *Curso de introdução à tecnologia do HTGR (High temperatura gas – cooled reactor)*. (1972). São Paulo. Informação IEA 20.

MAFRA, OLGA Y. (1973). *Introdução às técnicas e medidas nucleares*. São Paulo. Informação IEA 25.

ABREU, M. A. N.; KIEFFER, JÚLIO.(1967). *Emprêgo de detetores de estado sólido na determinação quantitativa de misturas de radionuclídeos em materiais biológicos*. São Paulo. Publicação IEA -152.

DIEGUEZ, JOSÉ ANTONIO DIAS.(1969). *Alguns problemas de hudrodinâmica e convecção de calor em reatores de potência, segundo aulas do Dr. W. r. Gambil* São Paulo. Informação IEA – 12.

ABRÃO, ALCÍDEO et AL (1981). *Produção de flúor elementar no IPEN, situação atual no Brasil e perspectivas futuras*. São Paulo. Informação IEA – 6.

FERRAZ, TEREZINE ARANTES; GUEDES, ODETE; SOUZA, IRENE JOSEFA de. *O sistema de processamento de dados utilizado pela Divisão de Informação e documentação científicas do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares*. São Paulo. Informação IPEN – 1.

JORDAN, IVO; UMEDA, KIYOE; BROWN, ANTHONY E. P (1979). *O processo do bocal de separação para o enriquecimento isotópico de urânio*. São Paulo. Informação IEA – 66.

LIMA, FAUTO W. de (1968). *Análise por ativação e suas possibilidades nas ciências biológicas*. São Paulo. Informação IEA – 11.

LIMA, FAUSTO W (1970). *The radiochemistry laboratories of the “Instituto de Energia Atômica”* São Paulo, Brasil. Informação IEA -18. Reprinted from journal of Radioanalytical Chemistry. Vol 4, p. 391-396. (1970).

MAFRA, OLGA Y (1970). *Manual experimental de técnicas e medidas nucleares*. São Paulo. Informação IEA – 17.

NAPOLITANO, CÉLIA; SAMPA, MARIA HELENA O.; PALACIOS, E. (1978). *Técnicas simples de proteção radiológica para monitoração de radônio no ar e na água*. São Paulo. Informação IEA 63.

PALACIO, E; NAPOLITANO, CÉLIA (1978). *Aspectos de proteção radiológica em minas de urânio*. São Paulo. Informação IEA 62

PALACIO, E; NAPOLITANO, CÉLIA (1979). *Situação radiossanitária de uma mina de pirocloro da Mineração Catalão de Goiás S. A.* São Paulo. Informação IEA 65.

Dissertações e teses

AQUINO, A. R. (1988). *Obtenção de tetrafluoreto de urânio por via aquosa a partir do dióxido*. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Nuclear. São Paulo. IEA

BABA, SHIGUEAKI (1982). *Operação de uma unidade semi-industrial de produção de UO₃*. Dissertação para a obtenção do grau de "Mestre na área de concentração em reatores nucleares de potência e tecnologia do combustível nuclear" sobre a orientação de Alcídio Abrão.. São Paulo: IPEN/ Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e tecnologia.

BEZERRA, ANTONIO FERNANDO de AQUINO (1991). *Avaliações dos harmônicos e do acoplamento neutrônico entre dois subnúcleos do conjunto subcrítico “Resuco”*. Dissertação de Mestrado Pronuclear número 55.

BEZERRA, J. L. (1982). *Um estudo numérico do problema de auto-valores na teoria de difusão de nêutrons*. Dissertação de Mestrado número 21

BEDANI, M.I. (1979). *Controle radiométrico ambiental nas imediações do Instituto de Energia Atômica*. Dissertação de Mestrado IEA em 1978. IEA-DT-000131.

BRANDÃO FILHO, DAVID (1983). *Obtenção de hexafluoreto de urânio por oxidação catalítica de tetrafluoreto de urânio*. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre na Área de Concentração em Reatores Nucleares de Potência e Tecnologia do Combustível Nuclear.

CANTAGALLO, MARIA INÊS COSTA (1988). *Aplicação da cronocoulometria a determinação de traços de urânio com base na redução catalítica de nitrato em eletrodo de mercúrio*. Tese de Doutorado. São Paulo. IQUSP.

CAMPOS, MÁRCIA PIRES de (1994). *Avaliação do impacto provocado por materiais de construção em moradores de casas populares*. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Ciências na área de Tecnologia Nuclear. São Paulo: IPEN.

FRAJNDLICH, ROBERTO (1982). *Calculation of the probability to occur accidents at IEA-R1 reactor*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de mestre em Ciências na área de Tecnologia Nuclear. São Paulo: IPEN. Atomindex, vol 4, num. 12 de 15/06/83, referência 762065.

KIEFFER, JÚLIO. (1970). *Descrição, características e desempenho de um protótipo de contador de corpo inteiro para uso clínico*. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina da USP. 1970.

LAINETTI, PAULO ERNESTO DE OLIVEIRA (1991). *Desenvolvimento do processo de Produção de pós de UO_2 , a partir de nitrato de urânio, via atomização*.

LORDELLO, ANTONIO ROBERTO (1972). *Determinação espectroquímica dos elementos lantanídeos em compostos de urânio, via separação cromato gráfica em coluna de alumina-ácido fluorídrico*. Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Ciências. São Paulo. IQUSP.

OLIVEIRA, JOSELENE DE (1998). *Determinação dos níveis de radioatividade natural em águas utilizadas para abastecimento público no Estado de São Paulo*. Volumes I e II. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações. São Paulo: IPEN

Relatórios, Regulamentos, Manuais e Informes IEA/ IPEN

Coletânea do Resuco. Centro de Energia Nuclear UFPE (1969). Recife. Publicação UFPE.

Regulamento do instituto de Energia Atômica. (1976). São Paulo. Publicação do IEA.

Relatório referente à realização de um código de computação para o cálculo de queima do combustível nuclear do reator IEA-R1. IPEN. (1983). Brasil. Relatório interno.

Relatórios e documentação referentes aos elementos combustíveis fabricados no IPEN. (1988, 1989,1990). São Paulo. IPEN. Relatórios internos.

Manuais de procedimentos analíticos (1989). São Paulo. IPEN. Relatório interno.

Produção técnico-científica do IPEN. (1989). São Paulo. IPEN.

Manual de operação de desnitração via leito fluidizado.(1990). SANTOS, W. R. São Paulo. IPEN.

Relatório Interno da Diretoria de Materiais do IPEN (S/d). OLIVEIRA, W. S.; AQUINO, A. R.. Projeto conceitual para unidade piloto de reconversão UF_6 a UF_4 . São Paulo. IPEN.

Relatório de avaliação final (1996). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. IPEN-CNEN/SP.

Informe anua (1997). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. IPEN-CNEN/SP.

Relatório: Metalurgia extrativa do zircônio: a experiência do IPEN (1991). Paschoal, José Octávio A. et all.

Proposta para a modernização e aumento de potência do reator IEA – R1. IPEN (1995). Relatório interno da Divisão de Reatores.

Relatório de gestão (1998). São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e nucleares (IPEN).

Relatório de gestão (1999). São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

Informe anual/2000. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. IPEN-CNEN/SP.

Plano Diretor (2000. São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

Informe anual/2001. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. IPEN-CNEN/SP.

Diretoria de ensino e informação científica e tecnológica do IPEN -DE&ICT – (2002). *Plano para ensino e treinamento especializado no IPEN*. Relatório interno.06/11/2002 . São Paulo. IPEN/CNEN-SP.

Jornais e Revistas de divulgação científica

1. Órbita Ipen –Publicação do instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Órbitaipen (2000). *Produção de hormônios utiliza técnicas avançadas de engenharia genética. Com tecnologia nacional, pesquisadores obtêm em laboratório hormônios utilizados em tratamento e diagnósticos*. São Paulo. Ano I. Número 1. novembro/dezembro de 2000.

Órbitaipen (2000). *Sistema nacional para produção do iodo – 123 ultrapuro*. São Paulo. Ano I. Número 1. novembro/dezembro de 2000.

Órbitaipen (2001). *Programa estimula jovens pesquisadores. Alunos de iniciação científica encontram incentivo para a carreira acadêmica*. São Paulo. Ano I. Número 2. Janeiro/ fevereiro de 2001.

Órbitaipen (2001). *Polivalência e visão do futuro. Entrevista com o engenheiro Ademar Lugão*. São Paulo. Ano I. Número 2. Janeiro/ fevereiro de 2001.

Órbitaipen (2001). *De portas abertas para a inovação tecnológica. Produção das universidades e institutos de pesquisa se volta para o mercado.* São Paulo. Ano I. Número 2. Janeiro/ fevereiro de 2001.

Órbitaipen (2001). *Dedicação e técnica. Entrevista com Demerval Rodrigues.* São Paulo. Ano I. Número 2. Janeiro/ fevereiro de 2001.

Órbitaipen (2001). *Programa estimula jovens pesquisadores. Alunos de iniciação científica encontram incentivo para a carreira acadêmica.* São Paulo. Ano I. Número 2. Janeiro/ fevereiro de 2001.

Órbitaipen (2001). *Cientistas estudam irradiação de fitoterápicos e outros produtos. Pesquisas avaliam resultados de irradiação e técnicas que podem ser usadas no controle de qualidade do processo.* São Paulo. Ano I. Número 2. Janeiro/ fevereiro de 2001.

Órbitaipen (2001). *Centro realiza atividades diversificadas e agiliza setor de serviços.* São Paulo. Ano I. Número 3. Março/abril de 2001.

Órbitaipen (2001). *Reator de pesquisa reúne comunidade científica.* São Paulo. Ano I. Número 3. Março/abril de 2001.

Órbitaipen (2001). *Radiação pode tratar efluentes.* São Paulo. Ano I. Número 3. Março/abril de 2001.

Órbitaipen (2001). *Alternativa energética renovável e não poluente. Células a combustível no lugar de motores a combustão e até de usinas estacionárias.* São Paulo. Ano I. Número 3. Março/abril de 2001.

Órbitaipen (2001). *Núcleo investiga e propõe soluções para problemas ambientais. Área de química e diagnóstico ambiental desenvolve pesquisas sobre qualidade das águas, ar e solo.* São Paulo. Ano I. Número 3. Março/abril de 2001.

Órbitaipen (2001). *Pesquisa de materiais se destaca e recebe atenção da indústria.* São Paulo. Ano I, número 4. Maio/junho 2001. realiza atividades diversificadas

Órbitaipen (2001). *Pós em tecnologia nuclear completa 25 anos.* São Paulo. Ano I, número 4. Maio/junho 2001.

Órbitaipen (2001). *Em nome da competência nacional. Entrevista com o engenheiro José Augusto Perrota.* São Paulo. Ano I, número 4. Maio/junho 2001.

Órbitaipen (2001). *Em nome da competência nacional. Entrevista com o engenheiro José Augusto Perrota.* São Paulo. Ano I, número 4. Maio/junho 2001.

Órbitaipen (2001). *Tecnécio permite diagnósticos rápidos e precisos.* São Paulo. Ano I, número 4. Maio/junho 2001.

Órbitaipen (2001). *Política da qualidade orienta a Instituição. Gestão integrada e busca da certificação são as palavras de ordem. Tecnécio permite diagnósticos rápidos e precisos.* São Paulo. Ano I, número 4. Maio/junho 2001.

Órbitaipen (2001). *Laboratório calibra instrumentos que medem radiações ionizantes.* São Paulo. Ano 1. Número 6. Setembro/outubro.

Órbitaipen (2001). *Roman, Edson A importância de se investir em gestão.* São Paulo. Ano I, número 6. Setembro/outubro de 2001.

Órbitaipen (2001). *Traçadores radioativos permitem estudar processos industriais.* São Paulo. Ano II, número 7. Novembro/dezembro de 2001.

Órbitaipen (2002). *Grupo de nanotecnologias estuda materiais luminescentes e resinas magnéticas.* São Paulo: ano III, nº 9, março/abril. 2002.

Órbitaipen (2002). *Tecnologia nacional produzirá o radiofármaco do coração.* São Paulo: ano III, nº 9, março/abril. 2002.

Órbitaipen (2002). *Um modelo de dedicação e entusiasmo. Entrevista com Constância Pagano Gonçalves da Silva* (2002). São Paulo. Ano II, número 1, Julho/agosto 2002. a 6.

Órbitaipen (2002). *Disciplinas oferecidas para a graduação permitem contato com a área nuclear. Ausência de cursos de graduação na área torna o oferecimento de disciplinas eletivas opção procurada por estudantes da USP.* (2002). São Paulo. Ano II, número 1, Julho/agosto 2002. a 6.

Órbitaipen (2002). *Claudio Rodrigues. Conquistas e orgulho pela Instituição.* São Paulo: ano III, nº 13, nov/dez. 2002.

Órbitaipen (2002). *Área de Materiais desenvolve estudos contra a corrosão.* São Paulo. Ano III, número 11. Julho / agosto.

Órbitaipen (2003). *Laser de altíssima potência abre novas fronteiras do conhecimento.* São Paulo. Ano IV, número 14. Janeiro/fevereiro 2003.

Órbitaipen (2003). *O alquimista dos tempos modernos. Entrevista com Alcídio Abrão.* São Paulo. Ano IV número 14. Jan 2003.

Órbitaipen (2003). *Solução tecnológica inovadora para combater as emissões de fluoreto.* São Paulo. Ano IV, número 14. Janeiro/ fevereiro 2003.

Órbitaipen (2003). *Propriedade intelectual: proteção à inovação.* São Paulo. Ano IV, número 14. Janeiro/fevereiro 2003.

Órbitaipen (2003). *Água mineral é tema de pesquisa em radiometria.* São Paulo. Ano IV, número 16. Maio/junho 2003.

Órbitaipen (2003). *Pesquisa avalia alterações no DNA provocadas pela radiação. Tratamento com radioisótopos como o samário – 153 não implica em impactos significativos para as células.* São Paulo. Ano IV, número 16. Maio/junho 2003.

2. Folha de São Paulo

MORAIS, MÁRCIO (1997). *País perdeu R\$ 7,8 bi com usinas de Angra.* Folha de São Paulo caderno Brasil. 31/01/97.

BAPTISTA, JOSEJEY VIANNA (2000). *Marginália de escarpa.* Folha de São Paulo/caderno mais. 06/02/2000.

OLIVEIRA, ROSISKA DARCY (2000). *O destino não é mais o que era antes.* Folha de São Paulo. Caderno Opinião. Tendências/debates. 05/01/2000.

ALVES, RUBENS (2001). *A leitura dos jornais nos faz estúpidos?* In Folha de São Paulo, 02/09/2001. Caderno Opinião, seção Tendência/debates, p. A3.

LEILA, SUWWAN (2001). In: Folha de São Paulo, caderno ciência, p. A-8 de 21/09/2001.

BURTI, ALENCAR (2002). *O sonho acabou!* Folha de São Paulo. Caderno Opinião. tendências/debates, página A3. 04/11/2002.

AMARAL. ROBERTO (2003). *Ministro pretende nacionalizar a ciência.* Folha de São Paulo. Política científica. Pág. A10. 08/01/2003.

CANTANHÊDE, ELIANE (2003). *País tem doenças modernas sem ter eliminado as antigas.* Fôlha de São Paulo. Brasil do século XX. Especial 4. 30/09/2003.

FOLHA de SÃO PAULO (2003). *Urbanização vai de 315 em 1940 a 81%. Brasil século XX.* Especial 5. 30/09/2003.

FLORENTINO, MANOLO (2003). *Estagnação cria identidade racial.* Folha de São Paulo. Brasil do século XX. Especial 4. 30/09/2003.

SEVCENKO, NICOLAU (2003). *O grau de segregação é aqui.* Folha de São Paulo. Brasil século XX. Especial 5. 30/09/2003.

SEVCENKO, NICOLAU (2003). *A força da história.* Folha de São Paulo. Jornal de resenhas. Especial 5. 11/01/2003.

LEITE, MARCELO (2003). *Tamanho e documento da pesquisa brasileira.* Caderno Mais. Página 18. 30 de novembro de 2003.

LEITE, ROGÉRIO CEZAR DE CERQUEIRA (2003). *Alcântara e o servilismo voluntário.* Caderno Opinião. Tendências/debates. Página A3. 31 de agosto de 2003.

3. Estado de São Paulo

Silveira, Evanildo da (2003). *Infra-estrutura precária e falta de recursos imperam*. Estado de São Paulo. Caderno Geral. Política Científica, página A15, 13/07/2003.

4. Brasil Nuclear

VASCONCELLOS, MARINA (1988). *O desafio de preservar o meio ambiente*. Entrevista concedida por VASCONCELLOS, MARINA. Brasil Nuclear (1988). 5, 17, abr-set (1998).

BRASIL NUCLEAR (1996). *Pesquisa de ponta no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Revista da Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN). Ano 3, 11 (1996).

ALVES, REX NAZARÉ (1998). *O pai da. Mônica*. Revista “Brasil Nuclear” 5, 17, abr-set (1998).

DANTAS, VERA (2000). *Desafios e vitórias de uma obra incomum*. Brasil nuclear. Número 21. Abril/junho de 2000.

LESSA, CARLOS (2002). *Energia elétrica não é globalizável*. Brasil nuclear. Número 24. Janeiro/março de 2002.

GAUTHIER, JEAN-CLAUDE (2002). *O renascimento da opção nuclear*. Brasil nuclear, número 25. Junho/agosto de 2002.

PAGANO da SILVA, CONSTÂNCIA G. (1988). *O entusiasmo que leva ao pioneirismo*. Entrevista concedida por Constância Pagano da Silva. Brasil Nuclear (1988). 5, 17, abr-set (1998).

SITES

tribuna.inf.br/anteriores/2002/agosto/13/noticia.asp?noticia=economia11

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN (2003): www.ipen.br

clubemundo.com.br/revistapangea/show_news.asp?n=179&ed=4 em 26/05/03.

estado.estadão.com.br/edição/especial/retro1900/cien.html

comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml

HSManagement (2002):hsmmanagement.com.br

iaea.org/programme/a2/index.html na tabela intitulada: Nuclear power reactors alphabetic.

cpdoc.fgvc.br/historia/asp/idx-ho_ce_popce.asp?cd_ent=476

ctmsp.mar.mil.br

vol.eti.br/geo/curiosidades/quantos_paises.asp.

ICONOGRAFIA



**CENTRÍFUGA UTILIZADA PELO DOUTOR IVO JORDAN NA SEPARAÇÃO
ISOTÓPICA DE ARGÔNIO, PRECURSORA DAS ULTRACENTRÍFUGAS
DESENVOLVIDAS NO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO.**

FONTE: FOTOGRAFIA (2002) ANA MARIA PINHO LEITE GORDON



PARTE DO CORPO DOCENTE DO PRIMEIRO CURSO LATINO AMERICANO DE METODOLOGIA DE RADIOISÓTOPOS (1953). À FRENTE DA ESQUERDA PARA A DIREITA A DOUTORA VERÔNICA ESTON E A PROFESSORA CONSTÂNCIA PAGANO RECÉM FORMADA EM QUÍMICA (USP).

FONTE: JORNAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOLOGIA E MEDICINA NUCLEAR, OUT/DEZ -1994 CEDIDO PELO DOUTOR ALÍPIO DIAS NETO EX-DIRETOR DO CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR DA USP.

Rio, Minas e S. Paulo lutam pelos reatores

Exige o desenvolvimento do país a aceleração das Pesquisas Atômicas — O progresso de São Paulo aponta a cidade como uma das bases da ciência nuclear entre nós — Araxá um ponto ideal

RIO, 18 (Meridional) — Trata-se, neste momento, uma disputa entre Distrito Federal, São Paulo e Minas Gerais, pela localização do primeiro reator atômico a ser instalado no país. A princípio, considerava-se como certo que o local indicado fosse a Universidade de Brasília, no Rio de Janeiro, mas, posteriormente, o Conselho Nacional de Pesquisas optou por São Paulo, o que, é óbvio, trouxe descontentamento às instituições científicas e setores acadêmicos do Distrito Federal.

Indicados a concurso

na 6.ª página, na
insino, o indicador de
os.

ura e oportuna para
atos a concursos.

ção do DIÁRIO DE

DOIS REATORES, AO INVER DE UM

Em declaração a respeito da polémica que começa a estabelecer-se em torno do assunto, o professor Costa Nunes, catedrático de Física da Escola Nacional de Engenharia, e do Conselho Nacional de Pesquisas não teve a mais leve sombra de hesitação, pois, a começar pelo presidente, professor Batista Pereira, que é gaúcho, integram aquele órgão representantes de todos os Estados. E o próprio professor Costa Nunes, que nasceu no Distri-

(Conclui na 12ª pag. da 1ª seção)

I. S. A. À PRAÇA

- FIAÇÃO, FITILHOS E BARBANTES, estabelecida Pátria n. 499, nesta Capital, agradece aos seus freqüentes as demonstrações de amizade e solidariedade do Incendio que destruiu a sua secção de Fiação.ajo para informar à praça em geral que as secções e Etiquetas nada sofreram. CONTINUANDO A DOS REFERIDOS ARTIGOS, POR ISSO MESMO, ORMALMENTE.

FOTOCÓPIA DO RECORTE DE JORNAL (SEM DATA E REFERÊNCIA)
EM QUE SE DISCUTIA A VINDA DO REATOR PARA O BRASIL.

FONTE: DOCUMENTO PERTENCENTE À BIBLIOTECA DO IPEN
NÚMERO 061.6/D637, LIVRO 20709, PÁGINA 24.

Fl. N.º	1
Proc. N.º	132/56
Ass.	

CONVÊNIO ENTRE O CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS E A UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA A CRIAÇÃO DE INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA DE ÂMBITO NACIONAL.

O C.N.Pq. representado neste ato pelo seu Vice Presidente Prof. Heitor Grillo e a Universidade de São Paulo representada pelo seu Magnífico Reitor Prof. Alípio Corrêa Neto acordam em assinar um Convênio para criação de um Instituto de Energia Atômica de âmbito nacional, tendo em vista o aprovado na 298ª Sessão, de 20 de dezembro de 1955, do Conselho Deliberativo do C.N.Pq. confor Proc. C.N.Pq. nº 132/56 e nos seguintes termos:

I - O presente Convênio, celebrado entre o (C.N.Pq.) Conselho Nacional de Pesquisas e a Universidade de São Paulo (USP), tem por objeto a criação de um Instituto de Energia Atômica (INEA), de âmbito nacional, localizado em São Paulo. Esse Instituto terá por finalidade: desenvolver pesquisas sobre a energia atômica para fins pacíficos; produzir radioisótopos para estudos e experiências em qualquer ponto do país; contribuir para a formação em ciência e tecnologia nucleares, de cientistas e técnicos provenientes das várias unidades da Federação; estabelecer bases, dados construtivos e protótipos de reatores destinados ao aproveitamento da energia atômica, para fins industriais, tendo em vista as necessidades do país.

II - O Conselho Nacional de Pesquisas (C.N.Pq.), através da Comissão de Energia Atômica fornecerá inicialmente ao Instituto um reator nuclear com as características que vieram a ser aprovadas pelo respectivo Plenário, equipamentos necessários ao desenvolvimento das pesquisas e estudos no campo das aplicações pacíficas da energia atômica, bem como os recursos anuais para custeio dos programas de atividades, nos termos do artº 4º, deste Convênio, e para remuneração de pessoal técnico-científico e administrativo, conforme orçamento anual elaborado pelo Instituto e aprovado pela Comissão de Energia Atômica (C.E.A.).

III - A Universidade de São Paulo (USP) fornecerá uma área de terreno, estendendo-se pelo 300 metros em volta do reator, e providenciará com a indispensável urgência, o projeto e a construção do prédio necessário a instalação do reator e dos laboratórios anexos. A Universidade porá igualmente à disposição do (I.N.E.A.) Instituto Nacional de Energia Atômica recursos, em pessoal científico e técnico bem como equipamentos, que possam ser úteis ao desenvolvimento dos programas do Instituto.

IV - As atividades do (I.N.E.A.) Instituto Nacional de Energia Atômica obedecerão às diretrizes e programas fixados pela (C.E.A.) Comissão de Energia Atômica e serão supervisionados por um Conselho Técnico-Científico, composto de cinco membros, dos quais um será o Diretor do Instituto e os demais serão indicados, em número igual, pela (C.E.A.) Comissão de Energia Atômica e pela (USP) designado conjuntamente pelo Presidente da (C.E.A.) Comissão de Energia Atômica e pelo Magnífico Reitor da (USP) Universidade de São Paulo, sem direito a voto no Conselho; em caso de empate nas decisões deste, o assunto será submetido à (C.E.A.) Comissão de Energia Atômica.

FSM/ul

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

CÓPIA PARCIAL DO DOCUMENTO QUE OFICIALIZOU O CONVÊNIO ENTRE O CNPq E A USP PARA A CRIAÇÃO DO IEA EM 1956.

FONTE. DOCUMENTO PERTENCENTE À BIBLIOTECA DO IPEN NÚMERO 061.6/D637, LIVRO 20709, PÁGINA 8.

N.
Proc. N.
Rub.

1411
7451/55
e

D. 81
lms

JÂNIO QUADROS, GOVERNADOR DO ESTADO DE SÃO PAULO, usando de suas atribuições resolve, consoante o Convênio assinado entre a Universidade de São Paulo e o Conselho Nacional de Pesquisas, DESIGNAR o Prof. Dr. MARCELO DAMY DE SOUZA SANTOS para dirigir o Instituto de Energia Atômica.

Palácio do Governo do Estado de São Paulo, 22 de fevereiro de 1956.

JÂNIO QUADROS
Governador do Estado

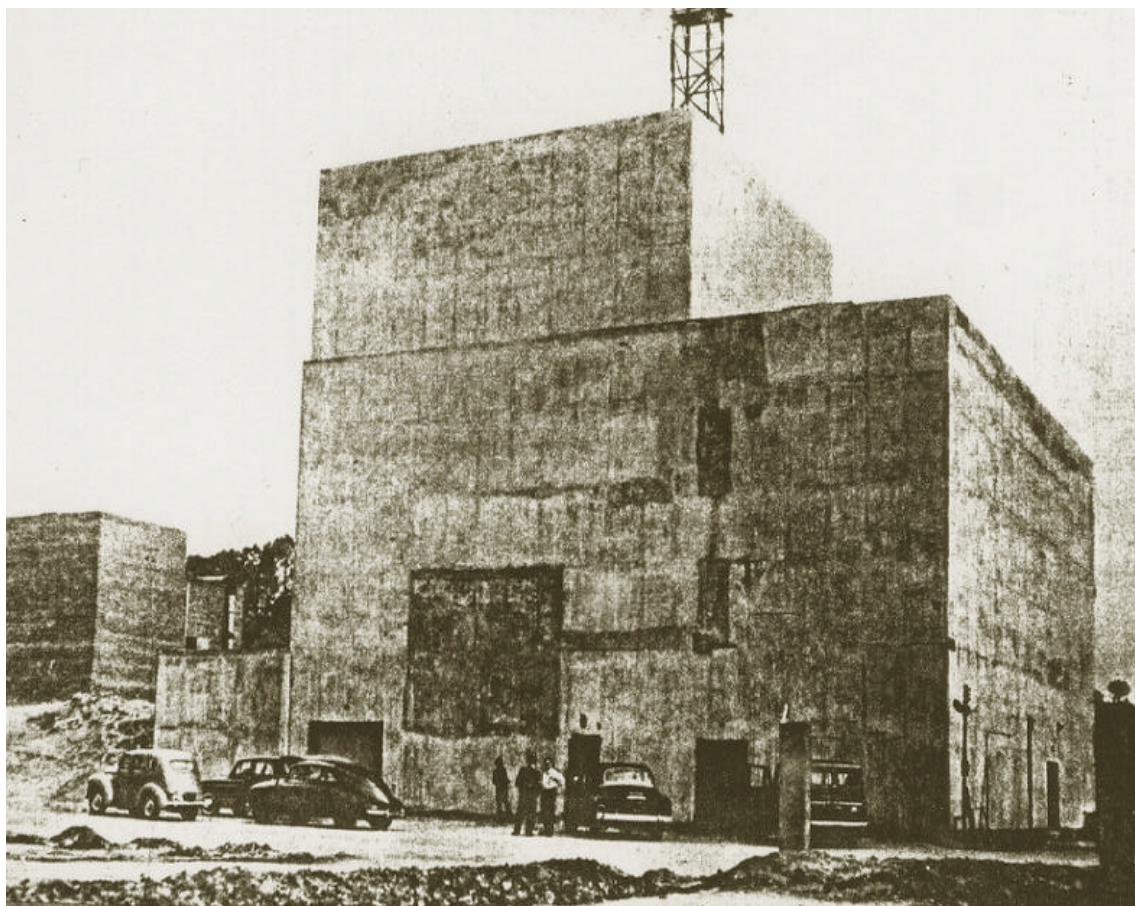
ALÍPIO CORRÊA NETTO
Reitor

Publicado no 1
Em 23 de 14 Rub. K

CÓPIA DA MINUTA A SER ENCAMINHADA PARA O GOVERNADOR DO ESTADO DE SÃO PAULO, JÂNIO QUADROS DESIGNANDO O DOUTOR MARCELLO DAMY DE SOUZA SANTOS COMO DIRETOR DO IEA.

FONTE. DOCUMENTO PERTENCENTE À BIBLIOTECA DO IPEN NÚMERO 061.6/D637, LIVRO 20709, PÁGINA 29.

PRIMEIRO PASSO PARA A CONSTRUÇÃO DO REATOR IEA-R1



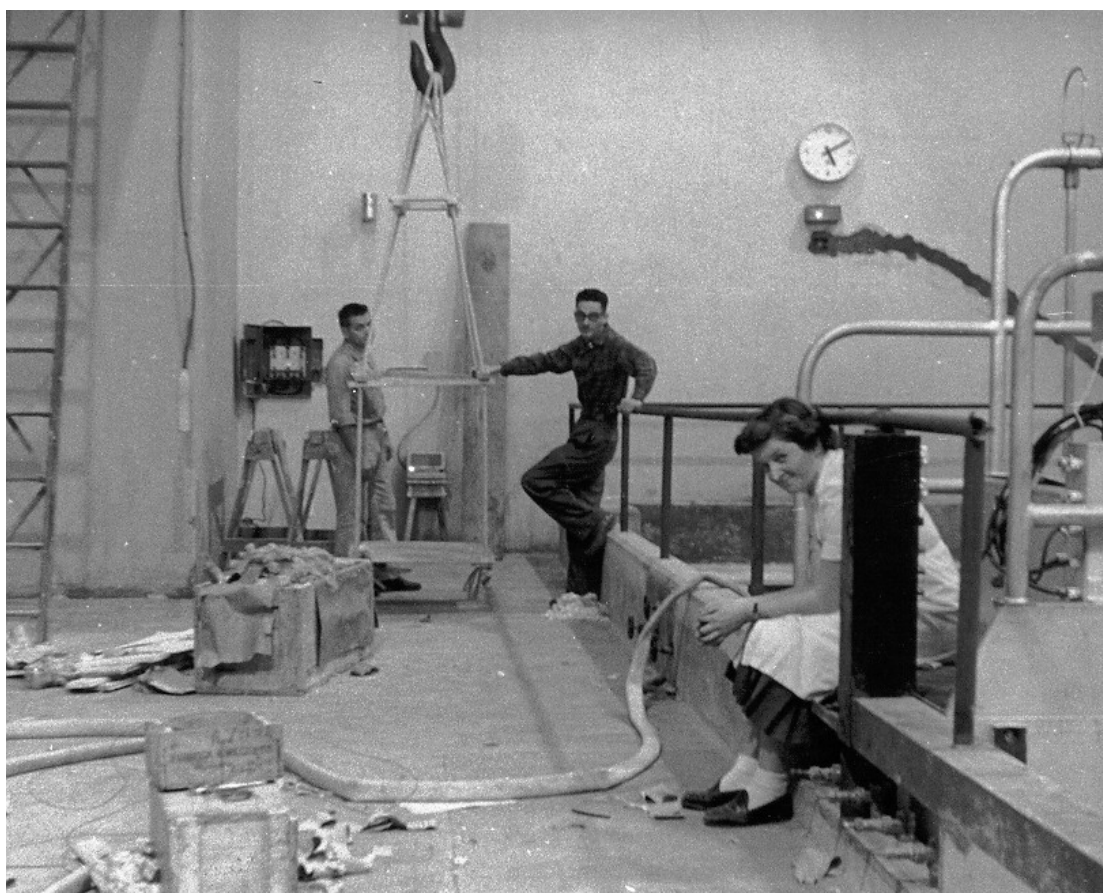
PRÉDIO DO REATOR IEA – R1 SENDO CONSTRUÍDO EM 1956.

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA).



PRIMEIRO ANDAR DO REATOR IEA – R1 SENDO CONSTRUÍDO. À ESQUERDA, DE ÓCULOS, O DOUTOR FAUSTO W. DE LIMA.

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA)



SAGUÃO DA PISCINA DO REATOR IEA-R1 EM CONSTRUÇÃO

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA)



INAUGURAÇÃO DO REATOR IEA-R1, TENDO EM UM SEGUNDO PLANO O PAINEL DE CONTROLE DO REATOR, COM A PRESENÇA DO PRESIDENTE DA REPÚBLICA JUSCELINO KUBITSCHEK, O GOVERNADOR DO ESTADO DE SÃO PAULO JÂNIO QUADROS E AO FUNDO, QUASE ESCONDIDO, O DIRETOR DO IEA DOUTOR MARCELLO DAMY DE SOUZA SANTOS.

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA).



**INÍCIO DA PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA RADIOQUÍMICA.
À ESQUERDA, DE ÓCULOS, O DOUTOR FAUSTO W. DE
LIMA. E À DIREITA O DOUTOR ALCÍDIO ABRÃO.**

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA).



INÍCIO DA CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO DA ENGENHARIA QUÍMICA. NO CENTRO O DOUTOR ALCÍDIO ABRÃO TENDO À SUA DIREITA O SUPERINTENDENTE DO IEA DOUTOR RÔMULO RIBEIRO PIERONI

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA)



QUEIMA DO DIURANATO DE SÓDIO

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA)



COLUNAS E TANQUES PARA O PROCESSO DE PURIFICAÇÃO

FONTE: ARQUIVO IPEN (SEM DATA)

Pasadena, 14 de

INSTITUTO DE ENERGIA ATOMICA
LABORATORIO
RECEBIDO

23 MAR 1973

0750

Caro Prof. Pieroni

Eu gostaria de comentar o parecer da Superintendência do IEA num assunto que em fulgo bastante importante não só para o IEA como também para o Brasil.

Como é de conhecimento de V.S. um dos campos que pretendemos desenvolver aqui no IEA é aquele ligado ao enriquecimento isotópico. Tudo que até então estava sendo planejado referia-se a isotopos de elementos simples, usando técnicas convencionais e não a curto prazo. Atualmente

que surgiu na possibilidade de se fazer alguma
coisa original, de grande impacto e possi-
velmente a curto prazo, utilizando uma
nova técnica que está sendo atualmente
desenvolvida aqui nos EUA. Foi algum
tempo em saber do interesse do Prof.
Sergio Porto, um dos mais categorizados
cientistas no "mundo dos lasers" em
utilizar as propriedades do laser no
enriquecimento isotópico, mas nunca
conheci os detalhes do seu plano. Soube
também, por seu intermediário, que havia
muito gente aqui nos EUA + na Alemanha
"a todo vapor" nesse assunto. A matéria
foi mais ou menos esquecida até a
quarta de dias, quando então o
Prof. Sergio me contou, em linhas gerais,
o seu método de enriquecimento isotó-
pico. Que foi estava estudando a algum
tempo, disse-me que tinha chegado a
conclusões animadoras e sugeriu

FOTOCÓPIA PARCIAL DA CARTA ENVIADA PELO DOUTOR CLAUDIO RODRIGUES
PARA O SUPERINTENDENTE DO IEA EM 1973.

FONTE: CEDIDA PELO DOUTOR CLAUDIO RODRIGUES EM 19/12/2003



INSTITUTO DE ENERGIA ATOMICA
I E A
CIDADE UNIVERSITARIA
S-1.435/03.73
R-0750 - T-559

CX. POSTAL 11048 - Pinheiros
SÃO PAULO

São Paulo, 30 de março de 1973

Ilmo. Sr.
Dr. Claudio Rodrigues
Division of Geological and
Planetary Sciences
CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Pasadena, California 91909
U.S.A.

Prezado Dr. Claudio:

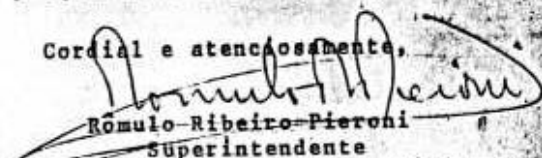
Recebi sua carta de 14 do corrente, com informações sobre o problema do enriquecimento.

1. De qualquer forma é um campo em que há interesse: tudo o que for relacionado com enriquecimento e que possa ser usado para enriquecer urânio, é de interesse.

De resto, tudo segue seu caminho.

Com meus votos de que continue sempre com dedicação a seus estudos e pesquisas e de que goze boa saúde, despeço-me,

Cordial e atentamente,


Rômulo Ribeiro Pieroni
Superintendente
Instituto de Energia Atômica

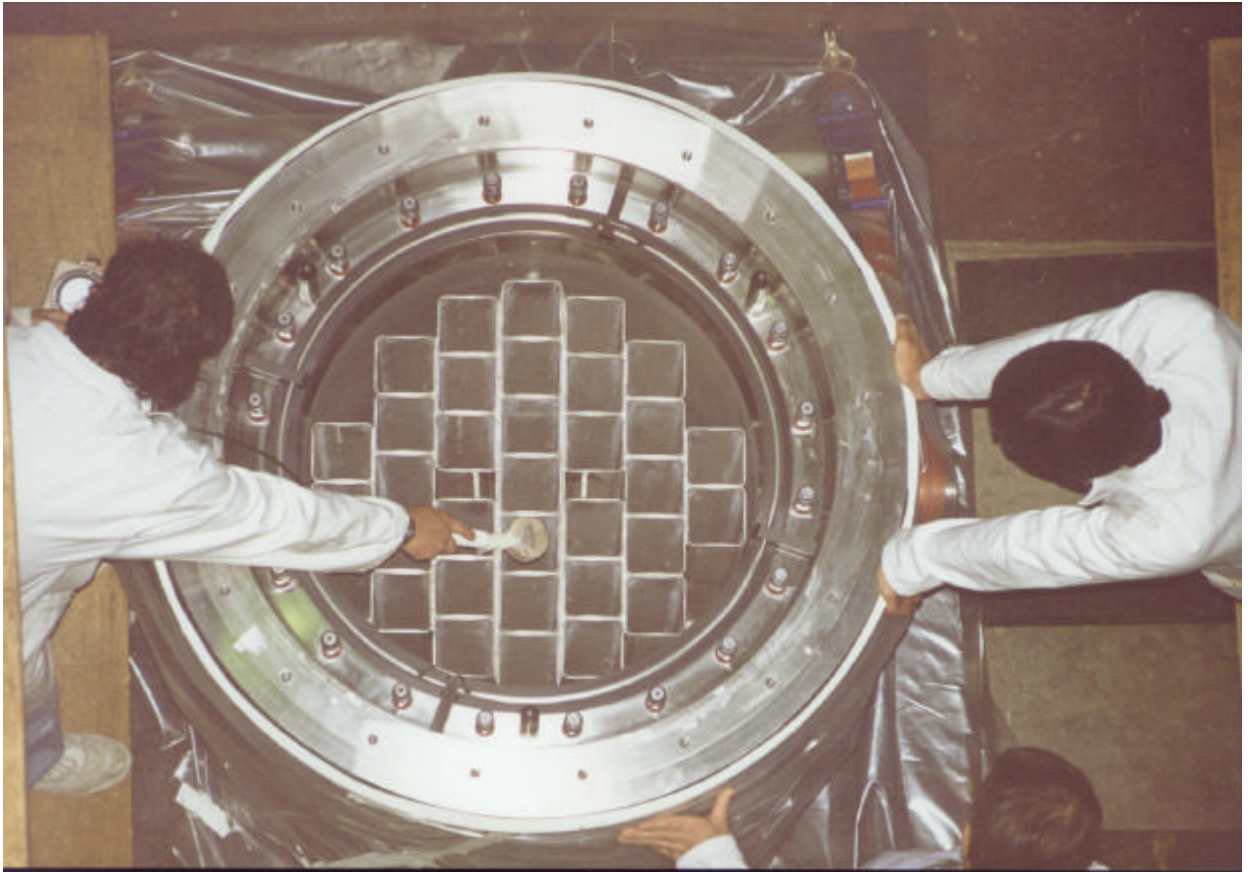
FOTOCÓPIA PARCIAL DA RESPOSTA DO SUPERINTENDENTE DO IEA PARA O
DOUTOR CLAUDIO RODRIGUES EM 1973.

FONTE: CEDIDA PELO DOUTOR CLAUDIO RODRIGUES EM 19/12/2003



**VISTA PARCIAL DO PRÉDIO DO REATOR DE PESQUISA IEA R1
DESTACANDO A CHAMINÉ QUE É MONITORADA CONTINUAMENTE.**

FONTE: FOTOGRAFIA (2002) ANA MARIA PINHO LEITE GORDON



**COMBUSTÍVEIS QUEIMADOS DO REATOR IEA-R1 SENDO MONITORADOS ANTES
DO EMBARQUE PARA OS EUA.**

FONTE: ARQUIVO PESSOAL DO DOUTOR ROBERTO FRAJNLICH



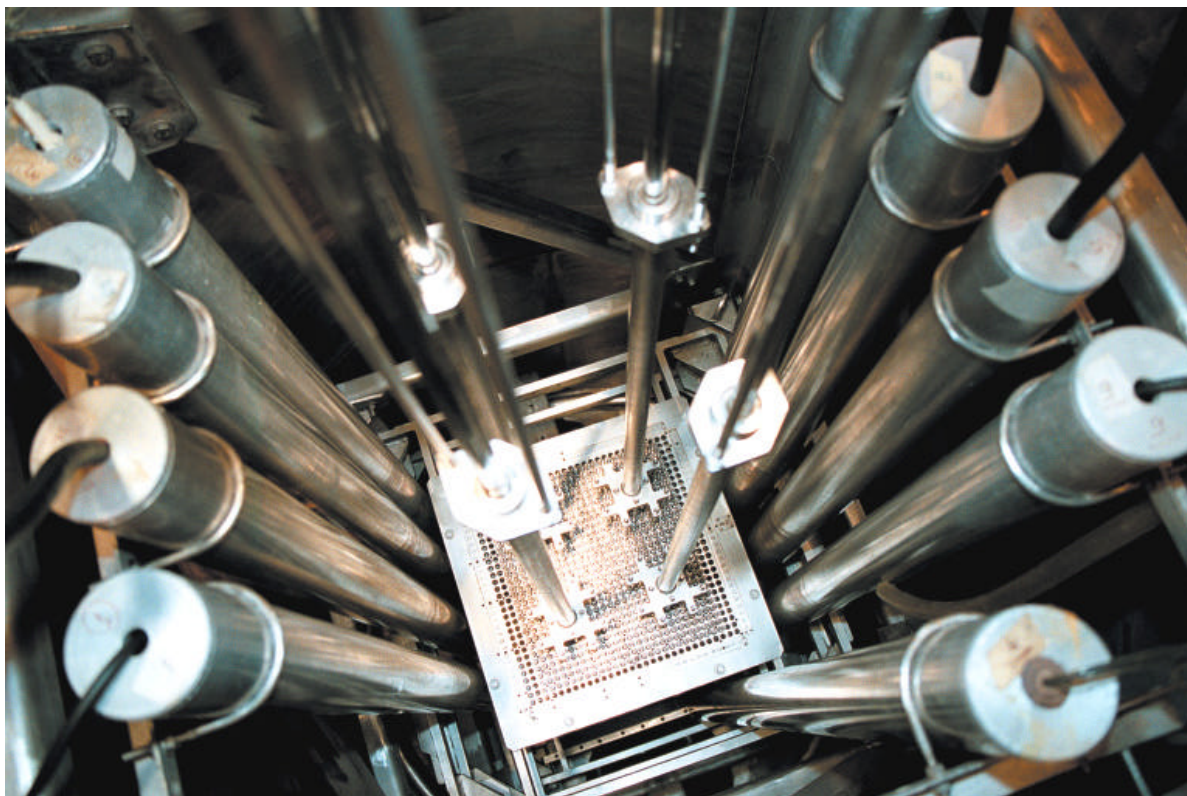
**COLEÇÃO DE DOCUMENTOS ENCADERNADOS PELO
DOUTOR RÔMULO RIBEIRO PIERONI**

**FONTE: FOTOGRAFIA (2003) DOUTOR CARLOS HENRIQUE
MESQUITA PARA O TRABALHO**



VISTA PARCIAL DO PRÉDIO DO REATOR IPEN/MB-01 CONTRUÍDO EM UMA PARCERIA DO IPEN COM A MARINHA DO BRASIL (CTM). O REATOR FICOU CRÍTICO PELA PRIMEIRA VEZ EM 1988.

FONTE: FOTOGRAFIA (2002) ANA MARIA PINHO LEITE GORDON



NÚCLEO DO REATOR IPEN/MB -01 CONSTITUÍDO DE MATERIAL FÍSSIL ARRANJADO DE FORMA A PERMITIR A REAÇÃO NUCLEAR EM CADEIA AUTO-SUSTENTADA E CONTROLADA.

FONTE: FOTOGRAFIA MARCELLO VITORINO (2002) CEDIDA PELO ASSESSOR DA SUPERINTENDÊNCIA DO IPEN, Sr. EDVALDO R. P. FONSECA.



AMOSTRADOR DE AR MERLIN GERIN (FRANCÊS) MODELO AP 40 LOCALIZADO DENTRO DAS CERCANIAS DO IPEN. CONTROLE DE EFLUENTES RADIOATIVOS GASOSOS

FONTE: FOTOGRAFIA (SEM DATA) DO ARQUIVO DE ANA MARIA PINHO LEITE GORDON



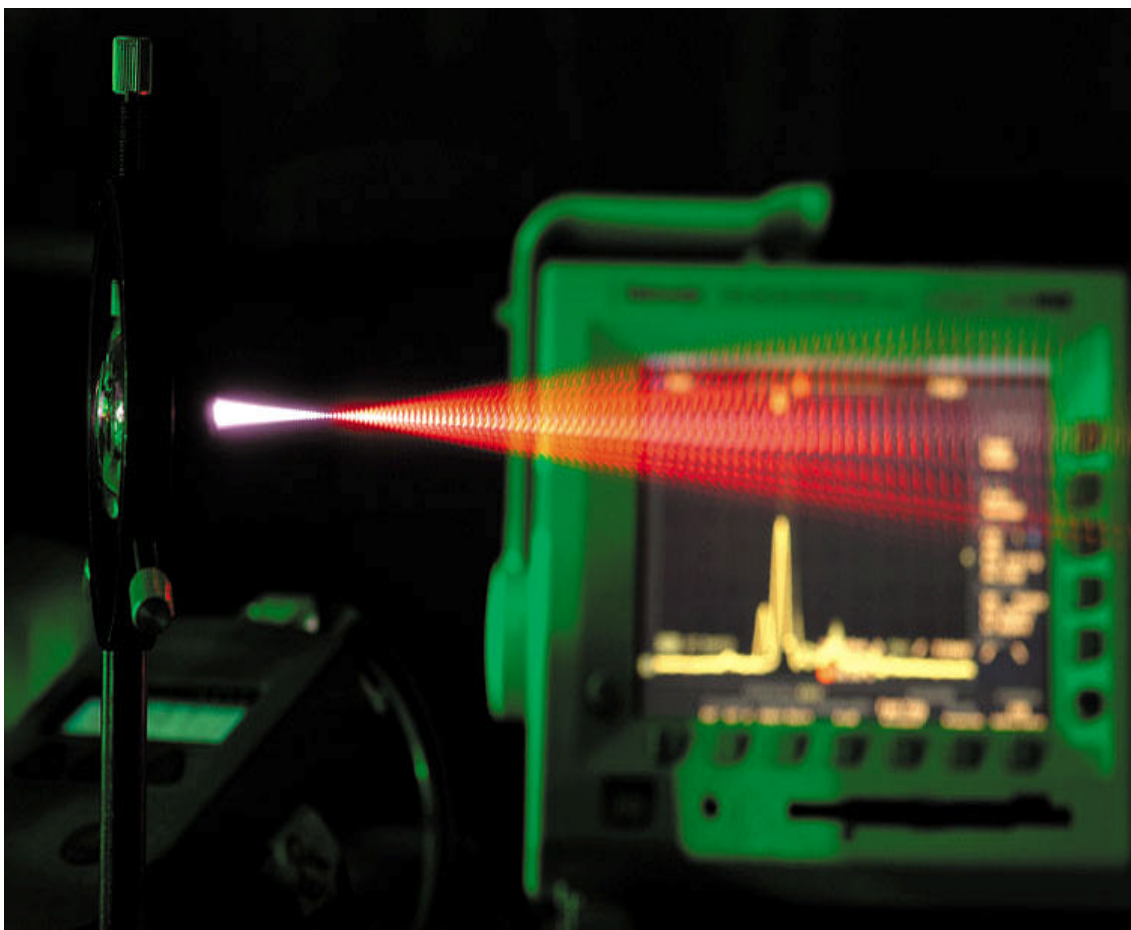
**MONITORAÇÃO DE UMA ÁREA PARA A DETERMINAÇÃO DE NÍVEIS DE RADIAÇÃO
REALIZADA PELA EQUIPE DE EMERGÊNCIA RADIOLÓGICA DO IPEN**

**FONTE: FOTOGRAFIA MARCELLO VITORINO (2002) CEDIDA PELO ASSESSOR DA
SUPERINTENDÊNCIA DO IPEN, Sr. EDVALDO R. P. FONSECA.**



LASER: PULSO DE UM LASER DE Nd DESENVOLVIDO NO IPEN, COM ENERGIA DE 37J POR PULSO.

FONTE: FOTOGRAFIA CEDIDA PELO DOUTOR NILSON D. VIEIRA JUNIOR



LASER: FOTO DA PROPAGAÇÃO DE UM TREM DE PULSOS COM DURAÇÃO TEMPORAL DE 60 fs DO SISTEMA DE Tcubo (TABLE TOP TERA WATT LASER) QUE VISA O DESENVOLVIMENTO DE UM LASER COM POTÊNCIA DE PICO DE 1 TW SOBRE UMA MESA.

FONTE: FOTOGRAFIA CEDIDA PELO DOUTOR NILSON D. VIEIRA JUNIOR



LABORATÓRIO DE PESQUISA DE CÉLULA A COMBUSTÍVEL SOB A CHEFIA DO DOUTOR MARCELO LINARDI NO IPEN (CCTM).

FONTE: FOTOGRAFIA (2003) DOUTOR CARLOS HENRIQUE MESQUITA PARA O TRABALHO.



ENTRADA DO CENTRO DO REATOR DE PESQUISAS

FONTE: FOTOGRAFIA (2002) ANA MARIA PINHO LEITE GORDON.



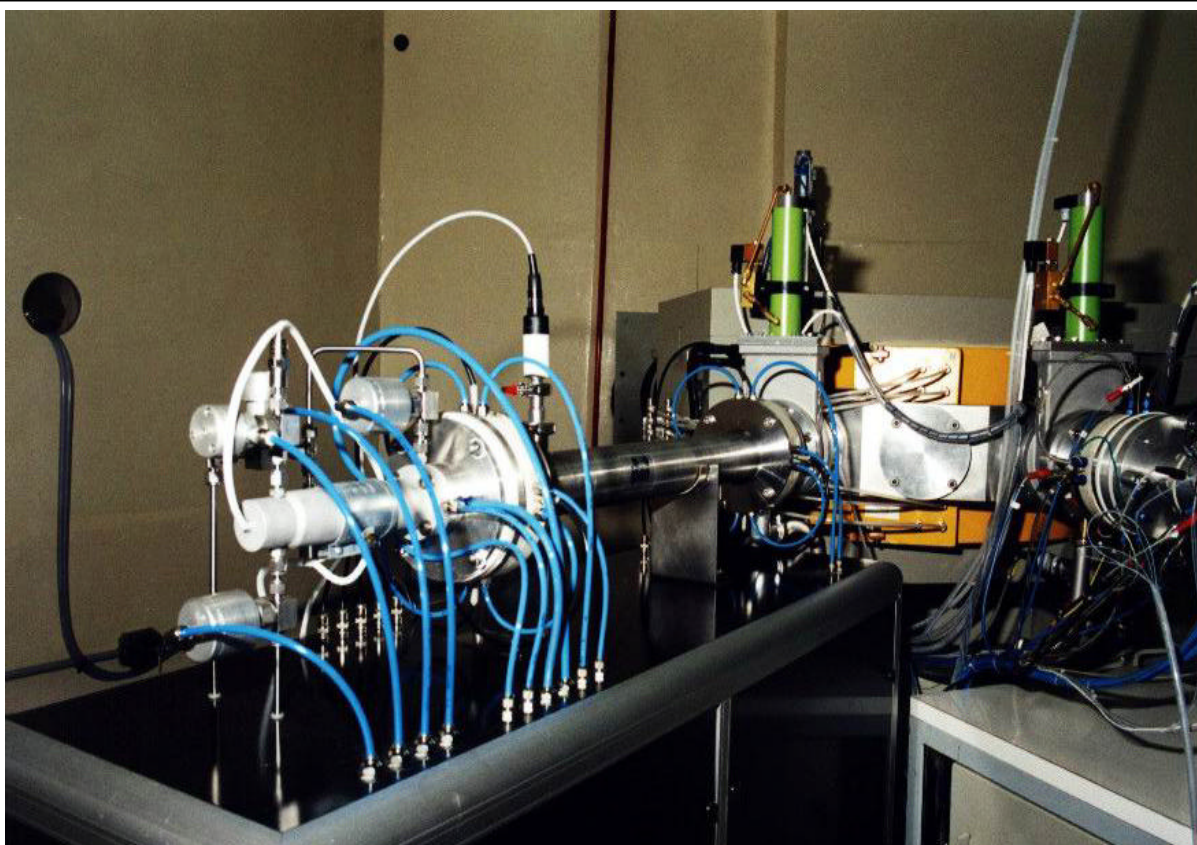
**PESQUISADORES DA ÁREA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS
COLOCANDO AMOSTRAS EM ESTAÇÕES PARA SE SUBMETEREM À AÇÃO DE
AGENTES CORROSIVOS PARA POSTERIOR ANÁLISE EM LABORATÓRIO.**

**FONTE: FOTOGRAFIA MARCELLO VITORINO (2002) CEDIDA PELO ASSESSOR
DA SUPERINTENDÊNCIA DO IPEN, Sr. EDVALDO R. P. FONSECA.**



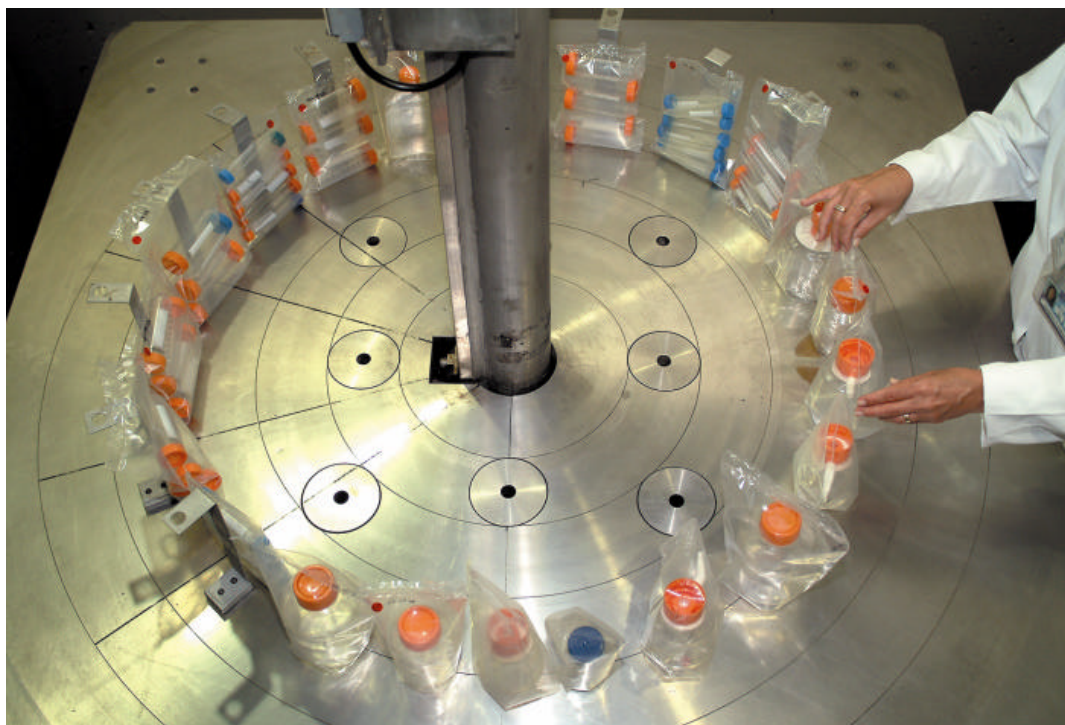
CICLOTRON CYCLONE 30, CAPAZ DE ACELERAR PRÓTONS COM ENERGIA ENTRE 15 e 30 MeV E INTENSIDADE DE CORRENTE DE 300 MICROAMPERES. UTILIZADO PRIORITARIAMENTE EM IRRADIAÇÕES PARA A PRODUÇÃO ROTINEIRA DE Ga-67, F-18, I-123 E TI-201. AO FUNDO O DOUTOR VALDIR SCIANI.

FONTE: FOTOGRAFIA (2000) DOUTOR VALDIR SCIANI



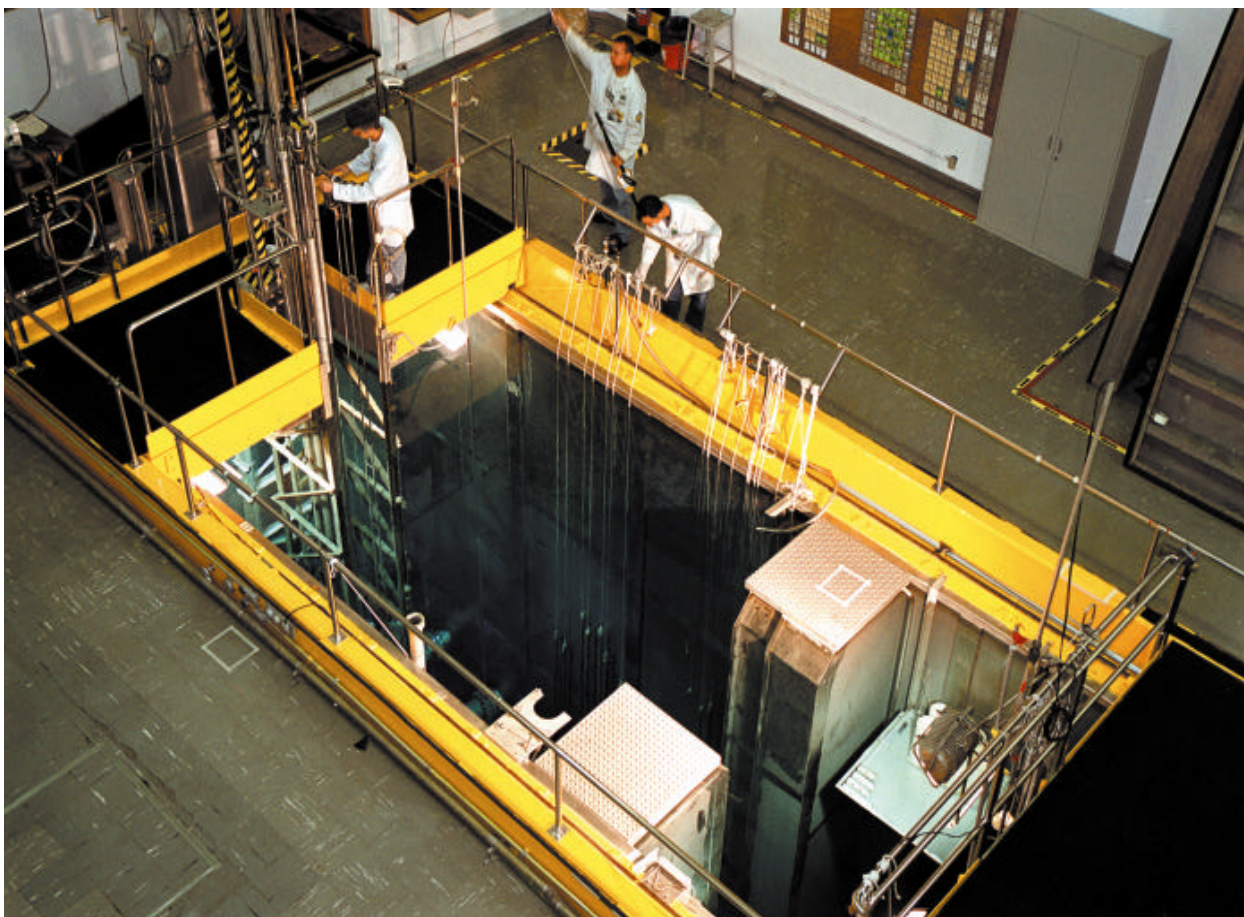
SISTEMA DE IRRADIAÇÃO DO GÁS Xe-124 UTILIZADO NA IRRADIAÇÃO COM PRÓTONS, NO CICLONE 30, PARA PRODUÇÃO ROTINEIRA DE I-123 DE ALTA PUREZA.

FONTE: FOTOGRAFIA (2002) DOUTOR VALDIR SCIANI



IRRADIADOR DE Co-60 UTILIZADO PARA ESTERILIZAÇÃO DE MATERIAIS MÉDICOS E CIRÚRGICOS

FONTE: FOTOGRAFIA MARCELLO VITORINO (2002) CEDIDA PELO ASSESSOR DA SUPERINTENDÊNCIA DO IPEN, Sr. EDVALDO R. P. FONSECA.



SAGUÃO DA PISCINA DO REATOR IEA-R1 APÓS A ÚLTIMA REFORMA DO REATOR.

**FONTE: FOTOGRAFIA MARCELLO VITORINO (2002) CEDIDA PELO ASSESSOR DA
SUPERINTENDÊNCIA DO IPEN, Sr. EDVALDO R. P. FONSECA.**



OBJETIVOS PERMANENTES

Realizar pesquisas científicas e desenvolvimentos tecnológicos nas áreas das aplicações sociais da energia nuclear, reatores, materiais, ciclo do combustível, radioproteção, segurança nuclear e ciências tecnológicas afins.



Manter ensino de Pós-Graduação e treinamento especializado.



Gerar produtos e serviços, principalmente utilizando as técnicas nucleares, objetivando o interesse público.



Valorizar os profissionais da Instituição.



Buscar constantemente o estado da arte e a excelência nas suas áreas de atuação

SAR
Assessoria de
Relações Institucionais

PAINEL LOCALIZADO NO “HALL” DO EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO DO IPEN (BLOCO A), CONSTANDO OS ATUAIS OBJETIVOS PERMANENTES DA INSTITUIÇÃO.

FONTE: FOTOGRAFIA (2003) DOUTOR CARLOS HENRIQUE MESQUITA PARA O TRABALHO.



MEDALHA PRÊMIO MASTER DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA 2003 EM EXPOSIÇÃO NA ENTRADA PRINCIPAL DO PRÉDIO ADMINISTRATIVO DO IPEN (BLOCO A).

FONTE: FOTOGRAFIA (2003) DOUTOR CARLOS HENRIQUE MESQUITA PARA O TRABALHO.