

**A TRANFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ACORDO
NUCLEAR BRASIL-ALEMANHA**

José Cesário Cecchi

**TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS
DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M. Sc.).**

**Rio de Janeiro, RJ - Brasil
Abril de 1985**

A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO
ACORDO NUCLEAR BRASIL-ALEMANHA

CNEN-BIB: Biblioteca Científica

Ano 1990 13754

Preço cr\$ 400,00

COPPE/A. I. E.

A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ACORDO N. D. I. E.

NUCLEAR BRASIL-ALEMANIA

Bloco G - Sala 203

José Cesário Cecchi

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M. Sc)

Aprovado por:

Luiz Pinguelli Rosa
Presidente

Sergio Salvo Brito

Alfredo Behrens

Juan Bautista Soto Hesles



Rio de Janeiro, RJ. BRASIL
Abril de 1985

6024
C 3877

CECCHI, José Cesário.

A Transferência de Tecnologia no Acordo Nuclear Brasil
- Alemanha

VII, 29,7 m (COPPE-UFRJ, M.Sc., Engenharia Nuclear, 1985)

TESE - Univ. Fed. do Rio de Janeiro, COPPE

1. Nuclear - Transferência de Tecnologia. I. COPPE/
UFRJ. II. Título (Série).

A HELENA.

AGRADECIMENTOS

Esta tese não teria sido realizado, senão contas se com ajuda de muitos amigos. Entre eles, gostaria de citar Adriano, Maurício, Roberto, Alessandra, Pascotto, Alessandra, Ivo, Carlos, Daisy, Reginaldo, Guilherme.

A formação acadêmica, que possibilitou seu desenvolvimento e proporcionou grandes amizades, devo a Otávio, Adilson, Emílio, Frederico, Lizardo e Castro.

De forma especial, de forma decisiva o Prof. Juan e Regina Lucia.

Finalmente devo a Lúcia, que através de apelos pessoais, fez com que esta tese fosse concluída.

Ao amigo e orientador Pinguelli, a certeza de que não seria possível a realização desta sem sua dedicação e paciência.

Resumo da Tese Apresentada à COPPE/UF RJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ACORDO
NUCLEAR BRASIL-ALEMANHA

José Cesario Cecchi

Abril de 1985

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Programa: Área Interdisciplinar de Energia

O Acordo Nuclear Brasil-Alemanha assinado em 1975 utilizou para sua viabilidade, três argumentos principais quais sejam o baixo potencial hidroelétrico brasileiro de energia elétrica, o baixo custo da energia nuclear comparado com a energia proveniente das hidroelétricas e, finalmente, a transferência de tecnologia nuclear envolvendo todo o ciclo do combustível que permitiria ao Brasil a auto-suficiência no domínio da energia nuclear.

Esta tese tem como objetivo principal descrever, e ao mesmo tempo discutir, a estratégia envolvida no processo de transferência de tecnologia tentando detectar quais suas características principais e quais os resultados efetivamente realizados até a presente data.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

TECHNOLOGY TRANSFER ASSESSMENT IN THE
NUCLEAR AGREEMENT BRAZIL-GERMANY

José Cesário Cecchi

April, 1985

Chairman: Luiz Pinguelli Rosa
Department:

The three main arguments utilized in the Nuclear Brazil-Germany Agreement celebrated in 1975 were the following:

- a) the low Brazilian hydroelectric potential insufficient to attend the increasing of electrical energy demand;
- b) the low cost of nuclear energy related to hydroelectric energy;
- c) and finally, the nuclear technology transfer, involving inclusive the fuel cycle and that could permit to Brazil self-sufficiency in the nuclear energy field.

Thus, this work intends to describe and discussing the "technology transfer strategy", trying to understand and showing which are its main characteristics, and also which are the real actuals results.

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	02
CAPÍTULO II - A QUESTÃO GERAL DA TECNOLOGIA	08
II.1 - A Tecnologia nos Clássicos da Economia	09
II.2 - A Discussão Atual da Tecnologia . . .	17
CAPÍTULO III - O DEBATE NACIONAL SOBRE ENERGIA NUCLEAR . .	27
III.1 - Diferentes Enfoques do Acordo com a Alemanha	28
III.2 - Posições Atuais sobre o Acordo Nuclear	37
CAPÍTULO IV - ANÁLISE DESCRITIVA DA TRANSFERÊNCIA DE TEC- NOLOGIA NO ACORDO NUCLEAR	63
IV.1 - Estratégia de Penetração de Tecnolo- gia Alemã no Brasil	64
IV.2 - Características Tecnológicas da Indús- tria Brasileira	69
IV.3 - Participação Prevista da Indústria Na- cional	77
IV.4 - Tipos de Cooperação Tecnológica . . .	88
IV.5 - Participação da Engenharia Básica de Centrais Nucleares	93
IV.6 - Formação Técnica/Científica e de Re- cursos Humanos no Brasil e no Progra- ma Nuclear Brasileiro	96
IV.7 - Infra-Estrutura de Apoio ao Desenvol- vimento de Tecnologia	109
IV.8 - Análise da Pesquisa Realizada Junto às Empredas Privadas	114
IV.9 - Avaliação da Nuclebrás-KWU sobre a Transferência de Tecnologia	124
CAPÍTULO V - SUMÁRIO E CONCLUSÕES	148

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O Programa Nuclear Brasileiro estabelecido pelo Acordo Nuclear Brasil-Alemanha em 1975, previa a construção de 8 reatores de 1300 MW cada um até o ano 1990, bem como uma fábrica de componentes pesados para reatores e as instalações do ciclo de combustível nuclear. Estas compreendem a prospecção e a mineração do urânio, seu beneficiamento, conversão a gás (hexafluoreto de urânio), enriquecimento (de 0,7% para 3% do isótopo 235), a fabricação do elemento combustível (barras de zircaloy contendo óxido de urânio) e, finalmente, o reprocessamento do combustível irradiado para aproveitar o resto de urânio e o plutônio gerado nos reatores.

Para executar este programa foi criada a Nuclebrás, empresa estatal que se associou às empresas alemãs, especialmente à KWU, para constituir as diversas subsidiárias, como a Nuclebrás Engenharia (NUCLEN), a Fábrica de Componentes Pesados (NUCLEP), etc... A Comissão de Energia Nuclear permaneceu como órgão normativo e as subsidiárias da Eletrobrás, como Furnas, seriam as responsáveis pelos contratos de construção dos reatores para geração elétrica.

A exposição de motivos que acompanhou a divulgação do Acordo contemplava, explicitamente, quatro argumentos principais, sendo eles: o potencial de recursos hídricos não era suficiente para atender o crescimento da demanda interna de eletricidade a médio prazo; a demanda de eletricidade futura cresceria a taxas de aproximadamente 12% a.a.; o custo do kWh gerado por usinas nucleares era menor e, por último, o Brasil teria que dominar a tecnologia do ciclo do combustível para tornar-se independente energeticamente no futuro.

Segundo estimativas da Eletrobrás, o aproveitamento do potencial de recursos hídricos técnicos e economicamente viáveis, nos padrões atuais, totaliza uma potência de 213 mil megawatts hidroelétricos, dos quais aproveitamos atualmente apenas uma pequena parcela. (1) Dificilmente, portanto, podem ser encontrados argumentos que justifiquem a previsão de esgotamento desse potencial antes do próximo século, mesmo considerando uma expansão significativa dos usos da energia elétrica. Na verdade, o crescimento da demanda de energia elétrica é função do desenvolvimento econômico do Brasil e este não apresentou tendência linear de crescimento do seu P.I.B. e sim tendência cíclica o que não foi considerado na projeção da demanda de energia elétrica, merecendo, portanto, reavaliação. (2)

Quanto ao custo do KWh de origem nuclear ser mais barato que o hidroelétrico existem estudos recentes que apontam, no caso do Brasil, que o KWh nuclear é hoje cerca de cinco vezes maior do que o KWh hidroelétrico. (3) Este fato diz respeito à própria tecnologia nuclear que ainda apresenta problemas não totalmente resolvidos, especialmente quanto à segurança de centrais e à disposição de rejeitos radioativos. Em países em desenvolvimento esta questão assume relevo especial, uma vez que as pressões de custo provenientes da necessidade de aprimorar os controles e a segurança, somam-se pressões decorrentes de carências estruturais que dificultam a assimilação e operação de processos complexos e sofisticados, e que deveriam ser levados em consideração na avaliação custo/benefício do programa original.

Independentemente dos vários argumentos apresentados a favor do Acordo Nuclear Brasil/Alemanha um permanece motivo

de maior controvérsia atualmente, qual seja a possibilidade de o país adquirir o domínio efetivo da tecnologia dos reatores e do ciclo do combustível nuclear.

Esta tese teve início após meu engajamento no projeto de pesquisa conjunta da Área Interdisciplinar de Energia e do Núcleo de Política Científica e Tecnológica da COPPE/UFRJ, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, parcialmente, pelo International Development Research Center sob a coordenação do prof. Luiz Pinguelli Rosa e com a participação da profª Regina Lúcia Nether F. Pires. Sendo assim este projeto resultou em um relatório intitulado "Transferência de Tecnologia Nuclear - Mitos e Realidade" que tem partes comuns com a tese agora apresentada.

Seu objetivo principal é contribuir na discussão sobre transferência de tecnologia nuclear e tentar, após aproximadamente 9 anos de vigência do Acordo Nuclear, avaliar a estratégia política/econômica adotada na sua implementação e nos resultados até agora alcançados.

A metodologia utilizada para o levantamento dos dados sobre o desenvolvimento do processo de transferência de tecnologia no Programa Nuclear Brasileiro foi a seguinte:

a) Consulta a referências bibliográficas constituídos de livros e periódicos especializados; incluindo declarações de técnicos da KWU, Nuclebrás e subsidiárias, da CNEN, de Furnas e da Eletrobrás, bem como de empresários e políticos, professores e cientistas;

b) Consulta aos anais da CPI do Senado sobre o Acordo Nuclear, inclusive ao seu Relatório Final;

c) Entrevistas realizadas com cientistas, técnicos e empresários do setor industrial e energético;

d) Respostas dos questionários elaborados e enviados às empresas credenciadas como fornecedoras de equipamentos às centrais nucleares;

e) Discussão com especialistas em Seminários.

O suporte teórico para a ordenação e análise destas informações foi construído com base em uma bibliografia existente sobre transferência de tecnologia, que por sua vez permanece objeto de muitas discussões no país.

Notas e Referências da Introdução Geral

- (1) Ver Joaquim Francisco de Carvalho: Panorama Energético Brasileiro: O Papel da Nucleoeletricidade, em Energia Nuclear em Questão, Instituto Eivaldo Lodi, Rio de Janeiro 1981.
- (2) No período 73/78 o consumo total de eletricidade cresceu a taxas médias geométricas de 12,1; enquanto que no período 78/83 esta taxa reduz-se para 7,8; (BEN-1984).
- (3) José Goldemberg. Um Programa Nuclear Alternativo. Mimeografado.

CAPÍTULO II

A QUESTÃO GERAL DA TECNOLOGIA

II.1 - A Tecnologia e os Clássicos da Economia

A questão da tecnologia foi tratada pelos economistas sob as mais variadas formas. Para uns ela assumia papel relevante no processo de desenvolvimento e para outros apenas refletia este desenvolvimento.

Interessa-nos aqui expor o pensamento daqueles que refletiram a tecnologia no contexto da economia capitalista, destacando principalmente três aspectos, quais sejam, os fatores determinantes ao seu desenvolvimento, suas repercussões nas relações sociais e os vínculos que se estabelecem entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento ou subdesenvolvidos.

Karl Marx

Na análise marxista do capitalismo as complexas relações entre ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico dificultam a identificação dos efeitos da tecnologia nas relações de produção. No entanto, em vários trechos de seus escritos, é possível perceber sua preocupação, uma vez que ele considera o sistema como gerador de incrementos sem precedentes na produtividade humana e no domínio do homem sobre a natureza. No Manifesto Comunista, por exemplo, está escrito que "A burguesia, durante seu domínio de 100 anos há criado forças produtivas mais colossais que todas as gerações precedentes juntas. A sujeição das forças da natureza pelo homem, pela maquinaria, a aplicação da máquina na indústria e agricultura, a navegação a vapor, ferrovias, telégrafos elétricos, canalização dos rios, cidades inteiras extraídas da terra por arte da magia - que século anterior teve sequer um pressentimento que estas forças produtivas repousassem no trabalho social".

É procurando explicar porque o sistema capitalista é imensamente produtivo em comparação com as antigas formas de organização econômica que Marx divide a história da produção industrial, desde a idade média, em três períodos distintos. O primeiro seria a produção artesanal cujas características seriam os pequenos mestres artesãos com alguns ajudantes e aprendizes, onde cada trabalhador produz uma mercadoria completa. O segundo sistema de produção, denominado de manufatura,^{*} introduz, inicialmente, um maior número de trabalhadores agrupados em um estabelecimento que produzem um artigo completo sobre o princípio da divisão do trabalho, realizando cada um uma operação parcial, de modo que o produto se complete só depois de haver passado sucessivamente pelas mãos de todos. A essência do sistema de manufaturas é, portanto, a especialização crescente por parte do trabalhador individual. Apesar de ter repercussões psicológicas e sociais sobre o trabalhador, este sistema perpetuou a confiabilidade do processo produtivo às habilidades e capacidades humanas. Sendo assim, Marx considerou que a ciência só pode incorporar seus descobrimentos a maquinaria material, o que resulta, portanto, que a ciência não foi muito útil ao sistema de manufatura.

É na indústria moderna, onde o produto é realizado por meio de maquinaria acionada por energia e o trabalho do operário se limita a supervisionar e corrigir a atuação do agente mecânico, que as características do trabalhador e sua dotação física já não são essenciais para a organização e disposição do capital. Mais ainda, o capital está sendo projetado de acordo com uma lógica completamente diferente, uma lógica que

* Meados do século XVI até o último terço do século XVIII.

incorpora de maneira explícita princípios de ciências e de engenharia. A subjetividade de uma tecnologia adaptada, sem necessidade de recorrer às habilidades e capacidades do trabalhador, é rechaçada em favor da objetividade de uma maquinaria que foi projetada de acordo com suas próprias leis e as leis da ciência.

Em outras palavras, isto significa dizer que a demanda por ciência, e seus derivados, no sistema de manufatura era limitado pela própria capacidade dos trabalhadores de fabricarem as máquinas. Assim, o passo vital foi o estabelecimento de condições tecnológicas que fariam possível utilizar máquinas na construção de máquinas, superando desta forma a limitação principal do sistema de manufaturas. Em suas palavras, "A indústria moderna teve que fazer uso da maquinaria, seu instrumento de produção característico e construir máquinas por meio de máquinas".

Isto posto, temos que a estrutura social e econômica do capitalismo cria enormes incentivos para a produção de tecnologia, uma vez que a essência do domínio burguês passa a ser o dinamismo tecnológico em vez do status quo, essência dos sistemas anteriores. Este dinamismo que se manifesta na introdução de novas tecnologias, têm como justificativa a redução dos custos visando a ampliação do mercado e conseqüentemente maximizando o lucro da classe dominante.

Pensando o papel da ciência e do progresso técnico no crescimento dinâmico do capitalismo, Marx utiliza como instrumento de análise a produtividade dos recursos. Para ele esta produtividade não pode ser tão somente uma função do desenvolvimento das instituições capitalistas. É fácil ver es-

tas instituições como condição necessária, mas não suficientes para este crescimento. Seria necessário, portanto, unir a vitalidade tecnológica do capitalismo ao estado dos conhecimentos científicos e a capacidade da indústria para explorar estes conhecimentos. Isto significa dizer que: a) a ciência não funciona como uma variável independente e b) que a ciência há alcançado um papel decisivo como colaboradora sistemática para o incremento da produtividade em um momento muito recente da história (1). A capacidade da ciência para desempenhar este papel tem que aguardar necessariamente o cumprimento de certas condições objetivas.

Quanto ao primeiro aspecto podemos dizer que Marx analisou a ciência de acordo com o materialismo histórico, ou seja, da mesma forma que o círculo econômico e as exigências do processo de produção deram forma às instituições políticas do homem, também dão forma em sua atividade científica em todas as fases da história. A ciência não cresce ou se desenvolve em respostas a forças internas da mesma ciência ou da comunidade científica. Não é um círculo autônomo da atividade humana e sim uma atividade social que responde a forças econômicas, expressas no sistema de produção e suas relações sociais. São estas necessidades do homem que quando se articulam no círculo da produção determinam a direção do progresso técnico-científico(2). Em suas próprias palavras: "A humanidade sempre reconhece sô aqueles problemas que podem ser resolvidos, já que, observando o assunto mais de perto, descobriremos sempre que o problema surge unicamente quando as condições materiais necessárias para sua solução já existem ou estão em processo de formulação"(3). Assim temos, por exemplo, "que a astrono-

mia egípcia de desenvolveu graças a premente necessidade de predizer a alta ou baixa crescente do Nilo, da qual depende de forma vital a agricultura egípcia". Dito isto, podemos afirmar que, para Marx, os fatores que afetam a demanda de ciência são muito mais importante dos fatores que afetam sua oferta. Sendo assim, a ciência não é uma força dinâmica nos movimentos/alterações sociais, e sim que a atividade científica oferece o que a indústria demanda e, portanto, a direção que a ciência toma deve entender-se com as exigências dinâmicas da indústria.

Quanto ao segundo aspecto, Marx recorre a própria história do capitalismo (já descrita anteriormente) para justificar a conjugação entre ciência e sistema produtivo apenas na indústria moderna. Para ele a base tecnológica necessária e suficiente a esta conjugação é fruto de três forças convergentes. A primeira é a criação de um sistema único de incentivos e a capacidade de acumulação proporcionados pelas instituições capitalistas. O segundo é a disponibilidade de um corpo de saber científico que eram diretamente apropriados para a solução de problemas na indústria e o terceiro diz respeito a uma tecnologia possuidora de certas características, onde o operário só exerce a função de supervisionar e adequar a atuação da máquina. (4).

David Ricardo

Ricardo manifestou seu interesse pela tecnologia no capítulo "Sobre a Maquinaria" do seu principal livro "Princípios de Economia Política". (5) Nele, Ricardo reavalia sua posição inicial que considerava que a maquinaria viria a atender

os diversos interesses das classes sociais no capitalismo, inclusive para fortalecer este. Ricardo entendia maquinaria como um insumo que incorporava todos os avanços dos conhecimentos de uma certa época e que, por definição, poupava mão-de-obra e privilegiava o capital, através da redução dos custos e dos preços das mercadorias.

Sua análise desenvolve-se a partir do estudo dos grandes agregados econômicos, tais como, rendimento bruto da sociedade, rendimento líquido etc. e pode ser expresso como segue. "Todo aumento de capital e de população é acompanhado por um crescimento dos preços dos alimentos, pois sua produção será mais difícil. A consequência de um aumento nos preços dos alimentos será uma elevação dos salários e todo o aumento de salários induzirá, em maior proporção do que outros, a que o capital poupado seja utilizado em maquinarias. As máquinas e o trabalhador mantêm-se em constante competição, e os primeiros só podem ser utilizados se o preço do trabalho se elevar".

Esta afirmação deixa transparecer todo seu raciocínio a respeito da tecnologia e a apenas defendida pela classe trabalhadora de que o emprego da maquinaria é freqüentemente prejudicial aos seus interesses não emana de preconceitos ou erros, mas está de acordo com os princípios corretos da economia política.

Joseph Schumpeter

Certamente foi o economista Joseph Schumpeter que mais atribuiu importância ao papel da ciência, e principalmente, das inovações tecnológicas, no desenvolvimento do capitalismo moderno. Tanto é assim que toda sua análise tenta expli

car o crescimento econômico utilizando como variável fundamental o processo de criação e difusão desta inovação tecnológica.

Na sua teoria, que desenvolve-se no contexto dos ciclos de Kondratiev" ou "ondas longas de kondratiev" em homenagem ao economista russo que morreu na Sibéria na década de 30, o primeiro ciclo longo de desenvolvimento econômico foi fruto da máquina a vapor e das inovações têxteis que ocorreram no final do século XVIII; o segundo ciclo longo deve-se em grande parte às ferrovias e as mudanças na engenharia do ferro e aço a ela associados; o terceiro recai sobre a energia elétrica, ao motor de combustão interna e à indústria química. A argumentação para justificar que tais inovações possibilitaram o surgimento de uma onda longa de desenvolvimento baseiam-se em principalmente três pontos. O primeiro é que as inovações tecnológicas não estão distribuídas uniformemente em todo o sistema econômico e sim que tendem a se concentrar em determinado, ou determinados setores-chaves e em sua volta, o que resulta conseqüentemente numa estrutura desequilibrada. O segundo argumento diz respeito ao processo de difusão destas inovações, ou seja, este processo é por natureza desigual, onde inicialmente umas poucas firmas engajam-se na nova tecnologia e depois muitas delas seguem a onda dos primeiros bem sucedidos, até atingirem o ponto de saturação do produto. (6) O terceiro e último é a própria lógica econômica que predomina onde a expectativa de lucro tende a diminuir fruto do aumento da capacidade instalada; do avanço técnico aproximar-se de seus limites; dos preços dos insumos elevarem-se, enfim, o próprio índice de lucratividade diminui e, por conseqüência, diminui os investimentos adicionais. (7)

A comprovação destes argumentos e, principalmente os indicadores econômicos que comprovam os ciclos tecnológicos como variável explicativa dos ciclos econômicos é longa e complexa uma vez que Schumpeter não distingue os dois. (8) O texto abaixo ilustra seu pensamento. "Isto pode ser melhor visualizado dividindo-se o fenômeno abrangente do crescimento industrial geral pelas expansões de cada indústria específica que o compõem. Se fizermos isso para o período de capitalismo predominantemente concorrencial, encontraremos na verdade, num dado momento, com uma série de casos, nos quais indústrias inteiras e firmas individuais são puxadas pela demanda que lhes vem de fora e assim as expande automaticamente; mas esta demanda adicional origina-se, quase sempre, como um fenômeno secundário, de uma mudança primária em alguma outra indústria - primeiro na de têxteis, depois na de ferro e vapor e posteriormente da indústria de eletricidade e química - que não acompanha, mas sim cria a expansão. Do primeiro - e por sua própria iniciativa - expande a própria produção, criando, desta forma, uma expansão da demanda para seus próprios produtos e, a partir daí, para outros produtos; e a expansão geral do meio ambiente que observamos - incluindo-se o aumento da população - é o resultado dessa expansão da produção, como pode ser verificado tomando-se qualquer uma das fases significativas do processo, como por exemplo o crescimento do transporte ferroviário. A forma pela qual cada uma dessas mudanças ocorre permite que se estabeleça uma regra geral: elas ocorrem sempre por meio de novas combinações dos fatores de produção existentes, incorporadas em novas fábricas e, tipicamente, novas firmas que ou produzem novas mercadorias ou empregam novos métodos, i.é., méto-

dos ainda não experimentados, ou produzindo para um novo mercado, ou comprando meios de produção num novo mercado. O que chamamos, não cientificamente, de progresso econômico consiste, essencialmente, na alocação de recursos produtivos em uso até agora não experimentados na prática, e na sua retirada daqueles para os quais eles serviram até agora. É a isto que chamamos de "inovação". (9)

O elemento principal deste processo é o empresário que, dependendo de sua capacidade e iniciativa e fundamentados nas descobertas de inventores e cientistas, criam oportunidades totalmente novas para investimentos, crescimento e emprego, gerando lucros que se originam destas inovações e constituindo um impulso para a realização de novas ondas de crescimento econômico.

II.2 - A Discussão Atual da Tecnologia

A questão da tecnologia e seu significado na economia moderna há muito é discutida, em particular a de sua transferência para países em desenvolvimento. Não nos ocuparemos aqui de reproduzir análises nem de discutir em profundidade essa questão de um ponto de vista teórico. Interessa-nos tão somente definir nossa visão e assumir uma postura que nos permita avançar na presente tese.

A tecnologia pode ser definida como conjuntos de conhecimentos* organizados com base em critérios técnicos-científicos

* Conhecimentos estes que se expressam na forma de informações técnicas-científicas.

ficos formalizados ou em tradições culturais que permitem a apropriação e a transformação da natureza com fins socialmente estabelecidos. Com a prática estes conjuntos ampliam-se, reorganizam-se e geram outros conjuntos de informações, na grande maioria dos casos de aplicação extensiva a outros setores que não o setor onde a tecnologia foi gerada.

É claro que a questão não se esgota neste aspecto do conhecimento. Importa, para nós, entendermos tecnologia também como uma categoria econômica histórica e social. Isso nos possibilita avaliá-la não apenas do ângulo científico e técnico (da física, química, engenharia, etc.) e sim como uma mercadoria no contexto do capitalismo.

Nesse sentido, a tecnologia deve ser compreendida em sua totalidade, no modo de produção capitalista em seu estágio avançado, como a integração entre conhecimentos científico básicos provenientes das ciências naturais, sociais, humanas, etc. e conhecimentos técnicos empíricos resultantes da prática, do funcionamento da estrutura produtiva (10).

Este processo de geração, organização e transformação de informações desenvolve-se em resposta a estímulos externos de ordem material (investimentos) ou na atividade do homem sem outro objetivo que não a ampliação dos conhecimentos.

Esta integração entre conhecimentos científicos básicos e conhecimentos técnicos empíricos pressupõe uma articulação entre um conjunto de atividades definidas a nível da prática produtiva - a concepção, o desenvolvimento, a produção e a comercialização de bens e serviços - e formas de organização e qualificação da mão-de-obra nelas agregadas.

Em sua forma dominante a nível mundial, hoje, essa articulação se estabelece como "uma cadeia tecnológica que se inicia na ciência básica, continua na aplicada, desemboca nos projetos e termina na fabricação de equipamentos e materiais e na operação de processos de transformação da matéria... Assim definida, ela corresponde em um grau elevado à realidade dos países desenvolvidos que a geram e a exportam. Desse modo, tal articulação tecnológica representa um código genético da sociedade que a produz". (11)

Esse "código genético" é transferido aos países em desenvolvimento através do investimento direto, no movimento de internacionalização da produção, e através da compra de patentes, know-how, licenças e tecnologia. Sua reprodução se faz, entretanto, de forma distorcida, pontual, desordenada, desconexa. Faltam alguns elos essenciais na cadeia tecnológica que aqui se reproduz; outros se apresentam desarticulados, ou hipertrofiados. Assim, por exemplo, num nível macro de análise, enquanto que a concepção e o projeto básico de bens, equipamentos e processos se mostra atrofiada, sua e/ou o detalhamento de seu projeto básico pode se constituir de forma semelhante aos países centrais. Esta heterogeneidade da cadeia tecnológica como um todo, manifesta-se a nível micro com a convivência de setores produtivos modernos e tradicionais e de unidades produtivas modernas e tradicionais no mesmo ramo. (12) No contexto mais amplo delineado acima, a compra de tecnologia reduzida a um conjunto de informações e práticas descritas em documentos, projetos, patentes, manuais, etc., não garante sua posse efetiva, a capacidade de utilizá-la e transformá-la de forma autônoma. Ao contrário, ela implica em grande parte dos casos num

reforço dos laços de dependência, onde se articulam de um lado a dependência técnica e tecnológica - manifestada na assistência técnica e supervisão da sua utilização, e eventualmente, de inovações, adaptações e transformações na sua reprodução - e, por outro lado, na dependência econômico financeira, num processo progressivo, como um toxicômano em relação à droga. Seria errado generalizar este processo para todos os casos, embora seja a regra em países em desenvolvimento.

Isto significa dizer que a transferência e absorção de tecnologias implica na transferência de um conjunto dinâmico de informações do "pólo de transferência de tecnologia", geradas e organizadas num determinado contexto sócio-cultural, tendo em vista o atendimento de necessidades que lhe são próprias, com base nos recursos nele disponíveis, e da absorção desse conjunto de informações, ou de parte dele, num outro contexto sócio-cultural, com base de recursos e necessidades por vezes extremamente diversas, a um ritmo definido pela capacidade de processamento e operacionalização destas informações no "pólo de absorção de tecnologia". Não entraremos no mérito da validade deste processo, mesmo porque, no nível de generalização em que colocamos a questão, esta tarefa seria impossível. Discutiremos nos parágrafos seguintes, entretanto, algumas questões importantes referentes ao seu desenvolvimento.

1 - o ritmo de absorção de informações, ou seja, o dinamismo do processo de tecnologia;

2 - o grau de absorção destas informações, ou seja, a eficiência deste processo;

3 - o processo de transformação, adequação desta tecnologia à realidade do "pólo de absorção".

É impossível analisar separadamente cada uma destas "questões", pois elas são na verdade as variáveis que definem o valor transferência (ou absorção) de tecnologia. Para simplificar a explanação, entretanto, consideramos útil conceder-lhes artificialmente espaços independentes.

As duas primeiras questões são se colocam em função do dinamismo da tecnologia no "pólo de transferência" e da urgência de operacionalização desta tecnologia no "pólo de absorção", uma vez que podemos considerar que qualquer conjunto estático de informações pode ser transferido a um prazo infinito de absorção. Elas se referem, portanto, à compatibilização entre o dinamismo potencial de processamento e a operacionalização de informações, definido pela capacidade de recursos técnicos e humanos do pólo de absorção, e o ritmo que a ele é imposto por necessidades da produção. É evidente que não há harmonia entre o ritmo próprio do processo e o ritmo imposto pela prática produtiva. Ainda que haja intenção e interesse por parte do "pólo de transferência de tecnologia" em transferir o conjunto de informações, serão selecionadas e absorvidas apenas aquelas que o "pólo de absorção" for capaz de processar e operacionalizar, limitando a eficiência do processo de absorção. Estabelecendo um paralelo com os fenômenos físicos, pode-se afirmar que o caso limite, retenção de poucos conhecimentos a nível superficial, seria equivalente ao fenômeno de absorção utilizado para caracterizar a retenção de moléculas nos interstícios da rede cristalina de alguns materiais. O processo físico de absorção se dá apenas a nível da superfície do material, ao contrário do de absorção que se dá no material como um todo em seu volume.

A terceira questão que nos propusemos a discutir, o processo de adequação da tecnologia transferida à realidade do "pólo de absorção", pressupõe a interação criativa das informações que constituem esta realidade, i.é., a interação entre informações provenientes de diversos conjuntos de informação, condicionada pelo contexto sócio-cultural no qual o processo desenvolve. Esta interação pressupõe, por outro lado, um certo grau de homogeneização tanto no tratamento dado às informações (padronização) quanto nas capacidades de absorção, processamento, sistematização e operacionalização das mesmas nos diversos conjuntos, e entre os potenciais de recursos técnicos e humanos dos setores produtivos aos quais estes conjuntos se referem. Ela pressupõe, portanto, afinidade e harmonia entre estes conjuntos, sem o que vale a análise anteriormente desenvolvida e se apresentarão distorções. Neste ponto é preciso localizar a análise no contexto sócio-cultural de países de industrialização tardia, como o Brasil.

Estes países, a diferença dos países centrais, caracterizam-se justamente pela existência de barreiras estruturais (carências infra-estruturais), que dificultam a circulação e interação de informações, e pela desarmonia nos seus potenciais de recursos técnicos e humanos dos diversos setores produtivos (e entre unidades produtivas nos mesmos setores). Nos setores mais dinâmicos estabelecem-se interações fortes com os setores dinâmicos* dos países centrais, sem que estas possam ser equilibradas, transformadas e adaptadas através de intera-

* Cujos capitais geralmente são controlados por empresas multinacionais.

ções com informações provenientes de outros setores e subsectores produtivos do próprio país, (13) comprometendo a eficiência dos processos de geração, absorção e transformação de tecnologia criativa. Estes obstáculos manifestam-se desde a base do processo - a formação científica - e permeiam todas as suas outras fases.

Considerando especificamente a transferência e absorção de tecnologia no âmbito do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha e a relativização do conceito de transferência de tecnologia, ou seja, assumindo a sua conceituação mais pragmática como é explícita no Programa Nuclear Brasileiro, podemos, item a item, indústria a indústria, tanto nas subsidiárias da Nuclebrás/KWU como na empresa privada, abrangendo desde o projeto conceitual, o seu detalhamento, até a fabricação, verificar o que se internalizou, o que se sabe e se pode fazer no país e qual o grau de dependência do exterior para cada caso.

É importante notar, como mostraremos no trabalho, que a cada item de processo produtivo ou de engenharia de projeto considerado transferido "latu sensu", corresponde, quase sempre, um novo laço de dependência do exterior. Esta não é uma questão subjetiva ou de opinião, mas sim objetiva revelada pelos contratos de tecnologia feitos com as empresas alemães, que adiante listamos. Aqui se revela a dualidade desta concepção de transferência de tecnologia, a qual ao mesmo tempo que traz novos processos para o país estabelece relações intrínsecas de dependência do exterior. Estamos aqui ressaltando o óbvio: a transferência de tecnologia, no sentido considerado, estabelece vínculos fortes do Brasil com o exterior. Este aspecto da transferência de tecnologia não decorre de maneira causal, sim

ples e linear a "indispensável autonomia" teoricamente buscada pelo Acordo Nuclear. Textualmente, o livro Branco do Governo brasileiro diz: "era imperativo que, no caso da energia nuclear a solução fosse suscetível de dar ao país a médio prazo a indispensável autonomia" (14). E continua: "era preciso pois, ao fazer a opção técnica, levar em conta também a necessidade de assegurar a plena transferência das tecnologias desenvolvidas..." Em outras palavras não era admissível substituir uma dependência por outra (15).

Portanto, não concordamos com a estratégica que considera a transferência de tecnologia como ganho de autonomia. Entretanto, mesmo que a capacitação não se concretize plenamente nem adequadamente, alguma coisa se pode aprender através desta. Verificar em que grau ela ocorre é uma questão concreta, desde que se parta da hipótese de que existe alguma coisa por trás desta nomenclatura inadequada que mereça ser estudada.

Notas e referências do Capítulo II

- (1) Bertrand Russel - O IMPACTO DA CIÊNCIA NA SOCIEDADE - ZAHAR Editores 1976 - Entendendo como ciência o fator dominante na determinação das crenças dos homens instruídos afirma que esta existe acerca de 300 anos e como fonte de técnica econômica há aproximadamente 150 anos.
- (2) Não significa dizer que o desenvolvimento técnico-científico é uma variável dependente dos gastos em pesquisa.
- (3) mesma referência.
- (4) NATHAN ROSENBERG - Tecnologia y Economia Ed.
- (5) RICARDO, DAVID. "Princípios de Economia Política" Coleção Os Economistas. Ed. Abril.
- (6) Este processo que se caracteriza por um início hesitante, um crescimento rápido e o período de saturação seguido por um declínio ou estagnação do produto foi desenvolvido por KUZNETS e corresponde a teoria do Ciclo de Vida do Produto em S. KUZNETS. Secular movements in production and prices. Boston, 1930.
- (7) A aceitação e debate sobre a validade destes argumentos é exposta em detalhes em Freeman. C. Inovação e Ciclos Longos de Desenvolvimento Econômico publicado em Ensaios F.E.E. - Fundação de Economia e Estatística. Porto Alegre. Ano 5 nº 1 - 1984 - Edição Especial.
- (8) "A principal crítica que hoje pode ser feita ao seu modelo (Schumpeter) refere-se à associação indevida entre ciclos tecnológicos e ciclos econômicos". Araujo Junior, José Tavares - Progresso Técnico e Formas de Concorrência. Um estudo de caso sobre a Indústria de Vidro - UFRJ - Instituto de Economia Industrial. Texto para Discussão nº 12 - RB2.
- (9) Schumpeter J. - "A Instabilidade do Capitalismo" artigo originalmente publicado no The Economic Journal em set. 1928. Traduzido para o português por Fábio Chagyn e publicado em Literatura Econômica - IPEA - Volume 6 nº 2 março/abril de 1984.
- (10) Ver a este respeito Contreras, Edelmira Del Carmen Alued, A Questão Energética do Terceiro Mundo. Proposta Metodológica, Tese M.Sc. COPPE/UFRJ-1982.
- (11) Contreras, op. cit., desenvolve em profundidade essa questão.
- (12) Idem, p: 140-141.
- (13) No Brasil, segundo Cardoso e Faletto, o setor industrial moderno cristaliza-se em "ilhas de modernidade" inseridas "em um contexto no qual a antiga nação agro-exportadora (com seus dois setores, o agrocomercial vinculado ao exterior e o latifundiário), os setores industriais formados antes do predomínio monopolista, os setores médios e o popular, com suas subdivisões (massas rurais e urbanas

e classe operária), sempre estão presentes" Cardoso F. H. & Faletto, e, Dependência e Desenvolvimento na América Latina, Zahar, RJ, 1979, p. 131/132.

- (14) Livro Branco, O Programa Nuclear Brasileiro, República Federativa do Brasil (1977), p. 10.
- (15) Op. cit., p. 10.

CAPÍTULO III
O DEBATE DA ENERGIA NUCLEAR*

Parte deste capítulo consta do Relatório "Transferência de Tecnologia Nuclear - Mitos e Realidade". Editado pela COPPE/UFRJ - Dez. 1984.

III.1 - Diferentes Enfoques do Acordo Nuclear

Dos vários argumentos apresentados em 1975 para justificar o Acordo Nuclear, um permanece motivo de maior controvérsia atualmente: a possibilidade de o país adquirir o domínio efetivo da tecnologia dos reatores e do ciclo de combustível nuclear. Vários são os questionamentos quanto a esta possibilidade se concretizar plenamente no que diz respeito a:

- o processo de compra dos projetos dos reatores e de associação com empresas alemãs para fabricá-los;
- a tecnologia de enriquecimento do urânio por jato centrífugo;
- o treinamento de recursos humanos brasileiros na Alemanha;
- o engajamento dos centros de pesquisa nacionais e das universidades;
- restrições de cunho comercial das empresas alemãs;
- a prática das indústrias nacionais, quanto aos contratos de compra de tecnologia e a criação e/ou fortalecimento de centros de pesquisas e desenvolvimento internos à indústria ou externos a ela.

Por outro lado é inegável que em maior ou menor grau foram adquiridos conhecimentos básicos e competência em alguns setores, específicos da tecnologia nuclear, especialmente em processos produtivos de execução sofisticada típica desta indústria, que exige alto padrão de segurança e confiabilidade. Neste contexto, o alargamento do prazo previsto no acordo para a

construção das oito centrais nucleares conduz à reflexão sobre as metas a serem seguidas pelo programa nuclear em uma situação nova, na qual a questão da tecnologia se sobrepõe à da geração de energia elétrica, e à avaliação do papel a ser desempenhado pela Nuclebrás, seus quadros técnicos e recursos no futuro.

Refletir sobre o futuro do processo de absorção e criação de tecnologia no programa nuclear brasileiro implica em discutir seus condicionantes e os pressupostos básicos que o orientaram; implica em analisar à luz da questão da tecnologia, os resultados desse programa, ou seja, as conseqüências do confronto entre o modelo de planejamento que o estruturou (teoria) e a realidade nacional (prática).

A discussão sobre o processo decisório em que se desenvolveu o Programa Nuclear Brasileiro só se ampliou para a sociedade com a abertura política em curso. No contexto autoritário da época em que foi assinado o acordo nuclear, estavam desestruturadas as oposições e havia ainda censura à circulação de informações. Assim, as discussões foram iniciadas pela comunidade científica nacional, marginalizada do programa nuclear, nas reuniões da Sociedade Brasileira de Física, da SBFC, do Clube de Engenharia.

Minimizado o espaço para o debate e a crítica, foram obscurecidas as reais implicações da "opção nuclear" e da forma encontrada para viabilizar essa opção. Ela pode então transitar sem maiores obstáculos no bojo da ideologia do Brasil-potência, centrada na segurança nacional e na integração máxima da economia nacional ao desenvolvimento capitalista mundial.(1) Desta forma, o programa nuclear, como de resto outros projetos

vultosos gerados nos governos pós 64, foi imposto à nação. As elevadas taxas de crescimento que experimentava o país na época, apesar da crise internacional que se prenunciava com a elevação dos preços do petróleo, atuavam como fator objetivo de reforço a esta ideologia.

Esquemáticamente, a oposição ao acordo nuclear se fazia através de diferentes correntes de opinião.

Uma delas, na época menos numerosa do que hoje, negava a validade da "opção nuclear" em si, reunindo argumentos contra seus efeitos sobre a população e o meio ambiente, em geral, ou ainda contra as implicações políticas e sociais implícitas no projeto nuclear.

Outras correntes de opinião não se manifestavam em princípio contrárias à energia nuclear. Os questionamentos por elas levantados direcionavam-se à forma encontrada para viabilizar esta opção ou à oportunidade e necessidade dos reatores nucleares, hoje, no país. Os argumentos sobre os quais se apoiavam essas correntes podem ser divididos em três grupos não antagônicos.

No primeiro grupo situavam-se críticas ao predomínio dos interesses da indústria alemã no programa, destacando-se a posição de setores empresariais nacionais, em especial da indústria de bens de capital. (2)

Num segundo grupo incluía-se um conjunto de argumentos contrários à política de planejamento do governo em geral e à política nuclear em especial. Tendo sempre como ponto de partida o montante de investimentos requeridos para o programa nuclear, tais críticas centravam-se sobre duas questões interligadas:

i) a oportunidade do programa nuclear no conjunto da política energética, tendo em vista as incertezas que cercavam os cálculos em que se baseou o governo para justificar a necessidade da sua utilização a médio prazo para atender à demanda de energia elétrica;

ii) a ordem das prioridades estabelecida para o investimento público, a qual privilegiava o programa nuclear em detrimento de outros problemas da nação. Levantavam polêmica na época as estimativas sobre:

- a taxa de crescimento futuro da demanda de energia elétrica;
- o potencial nacional de recursos hídricos;
- custo de transmissão de energia elétrica a longas distâncias(3).

Finalmente, num terceiro grupo, articulavam-se críticas de ordem técnico-científica ao programa nuclear propriamente dito, com ênfase em três aspectos principais.

i) O primeiro retomava a questão do caráter internacionalizado do programa, abordando suas implicações técnicas e tecnológicas.

ii) O segundo relevava o contexto autoritário em que foi gerado o programa nuclear, situação que o tornava tecnicamente vulnerável. Destacava-se aí, por um lado, o afastamento da comunidade científica nacional dos processos de planejamento e execução desse programa e, por outro lado, a ausência de uma orientação que integrasse e coordenasse os estabelecimentos industriais qualificados com instituições de pesquisa/desenvolvimento e assistência técnica à indústria.

iii) Por fim, outro aspecto importante era o desequlíbrio entre o ritmo acelerado imposto ao programa e a capacidade do aparato técnico, científico e industrial do país de assimilar a tecnologia.

Cronologicamente foi este terceiro grupo que tomou a dianteira da crítica ao Acordo Nuclear, ganhando sucessivamente a adesão do primeiro e do segundo grupo, este predominando após o agravamento da crise econômica que acabou por atingir fortemente o programa.

Além desta oposição interna, acima esquematizada, havia a oposição externa oriunda essencialmente dos Estados Unidos, no que tange à não proliferação da tecnologia do ciclo do combustível nuclear - enriquecimento e processamento - capaz de permitir a construção das bombas atômicas.

Para o governo, o domínio da tecnologia nuclear desempenhava papel chave na estratégia de desenvolvimento e segurança nacional(4). A energia nuclear afigurava-se na época como a energia do futuro, em substituição ao petróleo, e, como se queria que o país dispusesse (e depois ficou provado que dispõe) de reservas consideráveis de urânio, acreditava-se que o domínio da tecnologia nuclear implicaria no futuro na autonomia energética do país. Ainda não menos importante é a utilização desta tecnologia no campo militar. E aqui ressalta-se que sua utilização não se restringe apenas à fabricação de armamentos, mas expande-se à concepção de poder nacional de um país detentor desta tecnologia militar mesmo sem aplicá-la. Dominar a tecnologia nuclear significava, portanto, marchar em direção ao futuro, atingir a autonomia e a independência. Justifica-

vam-se assim os esforços no estabelecimento de um programa específico para estes fins, segundo a visão oficial.

Reforçando esta visão da problemática, processaram-se no período modificações no panorama internacional na área nuclear, que provocaram a retomada da questão da garantia do suprimento do urânio enriquecido e das salvaguardas. A explicitação de uma ordem de prioridades para os contratos de enriquecimento de urânio nos E.U.A. em face da previsão da demanda após a alta de preço do petróleo beneficiou os países capitalistas centrais. Assim, o domínio da tecnologia nuclear em todas as suas fases, inclusive no ciclo de combustíveis, passou a ser encarado, pelo governo brasileiro, como prioritário.

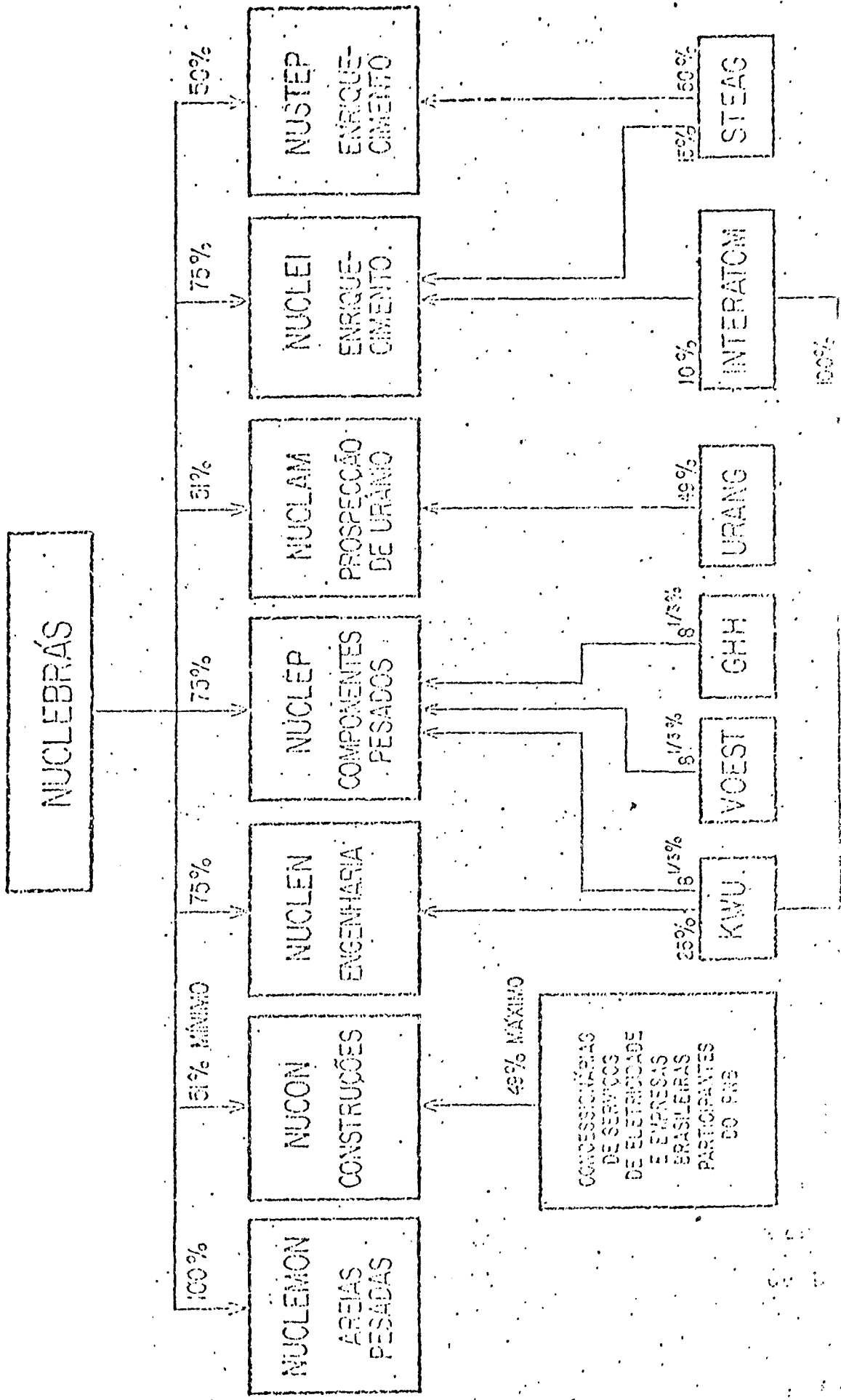
Coerentemente com os critérios de "racionalidade e eficiência" adotados para os projetos do governo, optou-se no caso nuclear pela absorção de tecnologia desenvolvida no exterior ao invés da sua autogeração. Pensava-se desta forma em queimar etapas no processo de incorporação de tecnologia e em adquirir tecnologia de "ponta testada e garantida" (no Anexo I consta uma descrição dos Reatores PWR).

O fornecedor de tecnologia "escolhido" foi a Alemanha, o único país que se dispõe a incluir no "pacote" a tecnologia de enriquecimento de urânio. O programa nuclear então estabelecido previa a instalação de oito centrais nucleares de 1300 Mw cada uma, além de usinas, fábricas e instalações acessórias, a um custo inicialmente orçado em 10 bilhões de dólares(5) e que depois ultrapassaria os 30 bilhões, incluindo programas de treinamento para técnicos das empresas especialmente criadas para executar o Programa, a Nuclebrás e subsidiária

rias (figura 1), e da CNEN, órgão licenciador e regulador. No contexto autoritário já referido, os acordos e discussões que geraram o Programa Nuclear restringiram-se ao âmbito da representação alemã, especialmente da empresa alemã responsável - a KWU - e da tecnoburocracia estatal brasileira.

Nesse mesmo contexto, as instituições de pesquisa já existentes no país foram colocadas à margem do programa. E aqui se situa um ponto de ruptura que torna evidente a vulnerabilidade do processo. Observa-se um conflito entre racionalidade tecnocrática e autoritarismo que compromete a eficiência não cara ao atingimento dos objetivos planejados, ou seja, o máximo aproveitamento dos esforços nacionais para adquirir o domínio da tecnologia nuclear.

Assim, surge o seguinte paradoxo: que critérios de racionalidade poderiam justificar o afastamento de cientistas e técnicos brasileiros de comprovada capacidade do processo de cisório que deu origem ao Programa Nuclear? Ao apontarmos o paradoxo não temos em vista apenas o desperdício de tempo e investimentos requeridos para a formação de recursos humanos de alta qualidade, mas a importância vital da contribuição que cientistas e técnicos com experiência na área nuclear poderiam apresentar, especialmente em se tratando de uma tecnologia complexa e sofisticada. Na mesma linha de raciocínio: que critérios de racionalidade explicariam a falta de uma visão integrada e coordenadora do papel das instituições de pesquisa já estabelecidas no país sobre o processo de transferência/absorção de tecnologia de produção de componentes para centrais e outras instalações nucleares?



FUNTE: PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO - NUCLEBRÁS - Assessoria de Comunicação Social - 1991.

Aqui o aspecto autoritário se revela como uma das faces do problema. A outra é o menosprezo à capacidade nacional em confronto com a superioridade tecnológica dos países centrais.

Certamente é possível o florescimento da ciência e da técnica em regimes autoritários. São conhecidos na história períodos em que se mesclaram com "sucesso" autoritarismo e desenvolvimento técnico-científico. Esse processo de criação científica se exerce, entretanto, entre limites estabelecidos a priori, num caminho único, obedecendo ao pressuposto de uma verdade única, a verdade do poder. Nesse caso o debate restringe-se ao âmbito de especialistas com ela comprometidos. Sua extensão a outros setores da sociedade é negado porque pode conduzir à dúvida quanto à verdade oficial, comprometendo a eficiência do processo. E quando é tolerado o é por concessão.

A combinação entre criatividade e democracia, por outro lado, obedece ao pressuposto da procura da verdade através do consenso em um plano mais amplo. Não há limites estabelecidos a priori para o exercício da ciência, não há um único caminho, e a opção só pode ser definida através do debate. Nesse caso, o debate é uma condição essencial para garantir a eficiência do processo.

Questionar o divórcio entre a racionalidade e exercício da crítica é, portanto, questionar a racionalidade da verdade única, da verdade do poder.

No caso específico de programa nuclear este questionamento é extremamente pertinente. O paradoxo da irracionalidade antes referido explica-se no insucesso do poder em comprometer

ter com a sua verdade a comunidade científica nacional, num pla no geral, e os cientistas especializados na área nuclear em particular. Assim, sequer foi possível exercer eficientemente o domínio da tecnocracia.

III.2 - Posições Atuais sobre o Acordo Nuclear

Foi exposto anteriormente um panorama dos diferentes enfoques críticos ao Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. Veremos agora como este panorama se expressa atualmente através da discussão entre os diversos segmentos da sociedade civil. Este procedimento foi possível graças a um seminário organizado no curso desta pesquisa, em 1983, realizado na COPPE, que contou com a presença de membros que representam tais segmentos. (A lista dos participantes do seminário encontra-se no Anexo II deste capítulo).

Em primeiro lugar cabe explicitar que antes do debate foi exposto, por escrito e verbalmente, um relatório preliminar sobre a, "Análise Descritiva da Transferência de Tecnologia no Acordo Nuclear", tratada no Capítulo IV desta tese.

Após a exposição iniciou o debate o Eng.º Joaquim F. de Carvalho que acrescentou que o Acordo Nuclear assinado com a Alemanha é parte integrante de uma política estratégica de comércio exterior da Alemanha que tem como objetivo viabilizar o seu parque industrial, "através da exportação de tecnologia para países menos desenvolvidos, para países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento" e foi "a extrema sofisticação e competência da política de comércio exterior do governo alemão, aliada à maneira integrada com que esta política é concebida em conjunto com o complexo industrial, que levou os demais, na

última etapa, após 5 ou 6 anos a atingirem seu objetivo, que era exportar o "know how" nuclear".

A posição do governo frente a este comentário expresso pelo Dr. Helcio Costa da CNEN, partiu do pressuposto que a assinatura do Acordo Nuclear atendia apenas aos interesses alemães e não dos brasileiros. "Agora, não afirmaria - a isto é uma questão de opinião - que o acordo tenha surgido mais pela necessidade alemã de um comércio, do que por uma confluência de necessidades mútuas". Esta posição foi reconhecida tanto pelo Eng^o Joaquim F. de Carvalho quanto pelo Dr. Roberto Hukai que acrescentou, no entanto, que "As decisões foram tomadas com um autoritarismo que acabou por delinear uma necessidade que não era compatível com nossa realidade". Quanto ao aspecto autoritário o governo brasileiro justifica que houve a participação de 40 técnicos de diversas áreas, mas reconhece que "talvez tenha faltado a participação de cientistas, diplomatas e até mesmo do pessoal dos ministérios interessados", isto porque "o assunto era, na verdade, mais de natureza política do que de natureza tecnológica".

Outro aspecto polêmico do Acordo Nuclear diz respeito à participação da indústria privada nacional na sua elaboração e no fornecimento de equipamentos industriais. Quanto ao primeiro o Dr. Sylvio Puppo, diretor da ABDIB, informou que "a ABDIB foi o tempo todo contra tudo o que foi feito. A construção da Nuclep foi muito combatida pela ABDIB. De fato houve um autoritarismo. Tanto houve que nós, que representávamos praticamente todo o meio empresarial brasileiro, não fomos ouvidos". E mais adiante afirma que "nunca estivemos de acordo com essa nacionalização de 30%. Nós tínhamos de fazer o turbo gerador.

Incontestavelmente tinha de ser feito. Mas por razões outras decidiram que este era o "filé mignon" e não iam dá-lo para a indústria nacional". Continuando "com o nosso tipo de indústria, com esses 100 fabricantes associados a ABDIB, que produzem equipamentos para a indústria de base, podemos fabricar qualquer produto, pois temos conhecimentos suficientes para isto. Até mesmo para produzir na área nuclear, se o produto não for, evidentemente, do circuito primário. Nossa deficiência exata, portanto, em não sabermos projetar, desenhar esse equipamento". "Quando falo no circuito primário, quero dizer o seguinte: se não sabemos ainda projetar um laminador, uma turbina, uma locomotiva, não vamos pensar nunca em querer projetar os equipamentos do sistema primário de uma usina, sendo naturalmente um produto de outra esfera de ação. Para produzi-lo seriam necessários os ensinamentos de fabricação de quem já os tivesse feito".

Do exposto acima é dedutível que a indústria privada nacional possui capacidade de fabricação e não de projetar os equipamentos, o que, sem dúvida, exigiria investimentos para a pesquisa tecnológica. Quanto a este aspecto o depoimento do Sr. Kurt Mirow é elucidativo. ... "fabricávamos máquinas elétricas e perdemos inúmeras concorrências. Mesmo dispondo de know-how, de tecnologia, mesmo tendo máquinas em funcionamento por mais de quinze anos, fomos desqualificados por não termos uma licença do exterior. Nós tínhamos fabricados equipamentos em 1960 que operavam normalmente na construção naval, quando, em 1972, fomos chamados e nos disseram claramente que estavam autorizando a importação por não termos licença da Siemens". Ao mesmo tempo é interessante notar que, considerando exclusiva-

mente a energia nuclear, não seria possível investir em transferência de tecnologia usando a produção de componentes apenas para duas usinas, uma vez que "a Alemanha, quando fazia seu enorme investimento em tecnologia nuclear, contava com todo o mercado mundial. É, portanto, uma loucura pensar em desenvolver tecnologia, dispendendo energia experimental para fazer duas usinas nucleares, nem para dez seria viável. Precisaríamos de quantidades maiores, 50 ou 100. Assim, se vamos fazer apenas duas, conseguimos o desenho e fabricamos aqui. A diferença é que, na fabricação, a indústria nacional poderia participar com 70% e a estrangeira com 30% e não o contrário". Ou seja, não existiria economias de escala suficiente para viabilizar os investimentos em projetos de engenharia nacional.

Uma visão que se contrapõe a apresentada pelo Sr. Kurt Mirow é a do Sr. Artur Gasparian da Promon Engenharia. Afirma ele que: "Quando o Brasil se lançou a construir a primeira central nuclear, em 1972, não havia no nosso país nenhuma competência em engenharia de centrais nucleares. Hoje, são decorridos praticamente 12 anos daquela iniciativa de Furnas, e estou aqui com uma relação de produtos de exportação no setor de usinas nucleares... Dentro de um elenco de tópicos que nós consideramos exportáveis, eu citaria: seleção de sítios para usinas, projetos executivos de estruturas, incluindo análises sísmicas especiais, tubulações; projetos completos da área não nuclear de centrais nucleares; engenharia de campo; gerenciamento de engenharia de registros radioativos; pacotes de engenharia e equipamentos". Os mecanismos para se obter esta capacitação foram vários entre os quais ele destaca: "Contratamos pessoal que tivesse uma experiência prévia no exterior nesse

tipo de instalação, realizamos treinamento de pessoal interno, através de cursos aqui e no exterior, e, finalmente, recebemos tecnologia de empresas das mais variadas maneiras".

O que distingue a empresa brasileira da empresa alemã, para o Dr. Artur Gasparian refere-se ao fato de que a última fez, ela própria, os seus projetos. "Consideramos o sistema alemão verticalmente integrado, ou seja, uma empresa que detém a capacidade de fazer o projeto, fazer sua engenharia, irá fabricar e depois montar o equipamento ou o sistema. No Brasil não se dá: a empresa desenvolveu a prática de somente fabricar, estando sua atividade de engenharia limitada às suas necessidades mais constantes. A empresa de engenharia consultora brasileira tem a sua disposição - e tem feito isto várias vezes - o direito de se associar ao fabricante, estabelecendo um consórcio e, ou, através deste consórcio, executar as duas funções: a função relativa à engenharia e a relativa a fabricação. Já temos feito isto algumas vezes e, naturalmente, a frequência com que o fazemos está diretamente ligada às oportunidades que a Nuclen, ou a Nuclebrás, nos oferece".

É importante destacar que até agora só foram comentados os aspectos estritamente vinculados à indústria de fabricação e de projetos, ficando os aspectos teóricos incorporados ao desenvolvimento desta tese.

Os principais pontos do nosso projeto de pesquisa foram apresentados e submetidos a nova discussão no III Congresso Brasileiro de Energia organizado pela COPPE/UFRJ e pelo Clube de Engenharia em outubro de 1984.

A questão da tecnologia nuclear foi abordada em mais

de uma ocasião. Houve um simpósio do qual participaram os Presidentes da CNEN, Rex Nazaré Alves, da Nuclebrás, Dário Gomes, da CESP, José Goldemberg, e o professor Luiz Pinguelli Rosa, da COPPE, que apresentou em linhas gerais os aspectos mais relevantes do trabalho de pesquisa que vimos desenvolvendo.

A tecnologia nuclear foi também objeto de um expressivo número de apresentações nas sessões técnicas, com a participação da Nuclebrás e, em particular, do seu órgão de pesquisa, o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). Finalmente, houve uma reunião técnica organizada pela Seção Latina Americana da American Nuclear Society que tratou das oportunidades e limites da participação nacional na implementação de programas nucleares na América Latina. Desta reunião tomaram parte Sergio Salvo Brito (FURNAS), Witold Lepecki (Nuclebrás), Luiz Fernando de Oliveira (COPPE), Antonio Muller (PRO-MON) e Juan Eibenschutz (México).

A reunião técnica, coordenada por Sergio Salvo Brito tratou da transferência de tecnologia e abordou o ponto de vista da empresa elétrica, o papel das empresas privadas e a pesquisa tecnológica. A colocação inicial feita pelo prof. Pinguelli balizou a discussão.

Na América Latina, quatro países (Argentina, Brasil, Cuba, México) já acumularam uma experiência significativa na construção e/ou operação de centrais nucleares. Em todos estes países, procura-se, na implementação de cada projeto, não apenas realizar um objetivo imediato de produção de eletricidade mas também criar condições para uma progressiva capacitação da indústria nacional e a apreensão e domínio dos conhecimentos tecnológicos envolvidos, através de três mecanismos básicos e

complementares: o efeito demonstração, a partir de tecnologias e equipamentos importados; a transferência de tecnologia, mediante acordos bi-laterais com parceiros mais desenvolvidos; e atividades de pesquisa científica e tecnológica ligadas ao desenvolvimento de novas idéias e concepções ou à adaptação da tecnologia importada à realidade nacional.

Até que ponto os objetivos acima, embora coerentes a longo prazo, podem ser contraditórios a curto e médio prazo? Como resolver esta contradição? Qual o papel de cada um dos mecanismos descritos, e quais suas limitações? De que forma as estratégias inicialmente formuladas em cada país foram afetadas pela atual crise econômica e pela desaceleração dos programas?

Salvo Brito expõe o ponto de vista da empresa de energia elétrica, afirmando que, mesmo da ótica estreita de quem apenas desse importância à boa operação do equipamento, a questão do domínio nacional da tecnologia é fundamental. Com base na experiência de Angra I, comprada chave na mão dentro da estratégia de demonstração, nota que é difícil estar com a usina a 10.000 km do projetista original, o que se reflete na própria confiabilidade.

Para ele, não se pode separar completamente a construção da operação da central nuclear, na fase atual do estado da arte. A tecnologia está evoluindo e mesmo com a central operando há modificações que devem ser feitas principalmente na área de segurança. A experiência de operação a nível mundial ainda não é tão grande e aparecem defeitos e problemas que tem de ser solucionados com a ajuda do projetista. Assim, nota que há mais facilidade nas áreas em que houve maior participação

da engenharia local. Por exemplo, na área de segurança foi decidido criar internamente um "know-how" profundo, com esforço próprio, incluindo elaboração dos programas de cálculo. Isto dá tranquilidade, permitindo a Furnas realizar análises de acidentes sem recorrer a auxílio externo. Para este fim Furnas tem buscado apoio na Universidade, em particular na COPPE.

Em outras áreas, em que a PROMON e outras empresas de engenharia nacionais participaram do projeto a situação é mais favorável pois é sempre possível discutir prontamente os problemas com o projetista. Entretanto, em grande parte dos sistemas da usina projetados no exterior, surge grande dificuldade quando há necessidade de uma modificação ou de analisar o desempenho do sistema.

A transferência de tecnologia no âmbito da Nuclebrás foi abordada pelo Dr. Lepecki. Segundo ele, em um país subdesenvolvido como o nosso, em que o problema da falta de recursos é mais agudo, o caminho da pesquisa própria serve como complementação à transferência de tecnologia, no seu entender indispensável. Ele considera que os três mecanismos - efeito de demonstração, transferência de tecnologia e pesquisa própria - podem ser conciliados em termos de objetivos a curto e longo prazos. Pelo Acordo, haveria o predomínio do efeito de demonstração no início, passando à transferência de tecnologia para chegar à utilização dos resultados da pesquisa própria no fim do programa.

Entretanto, julga que, na medida em que o ritmo de implantação das usinas foi sendo reduzido por razões externas ao programa, a utilização coerente dos três mecanismos foi prejudicada. A implantação das usinas nucleares se retardou en-

quanto a das instalações industriais prosseguiu menos atrasada. O resultado deste descompasso foi o surgimento de uma capacidade industrial, de engenharia e de fabricação, maior do que as aplicações que podem ter imediatamente, ainda que com isto se tenha aumentado o grau de nacionalização de Angra II e III.

Conclui então que a crise retardou o processo de transferência que só se completará quando uma série mínima de usinas tiver sido implantada, pois foi este o conceito básico do Acordo. Alerta para a necessidade de fixar os indivíduos receptores da tecnologia em instituições estáveis, podendo uma política salarial inadequada por em perigo todo o esforço de treinamento pela evasão de pessoal, o que já viria ocorrendo em ritmo preocupante. Além disto, diz que desfazer as empresas subsidiárias da Nuclebrás impossibilitará a transferência da tecnologia e que a quebra de continuidade do programa, os atrasos, adiamentos, interrupções enfraquecem a motivação do receptor e do transferidor de tecnologia.

Finaliza listando resultados obtidos que ele considera altamente positivos e o tornam otimista. Como exemplo, cita: 86% das horas de engenharia foram executadas no Brasil; um grande número dos sistemas da central foram projetados sob a responsabilidade da NUCLEN; o sistema nuclear de geração de vapor é parcialmente projetado aqui; a engenharia de tubulações e ventilação é totalmente feita por firmas privadas nacionais. Oito firmas de engenharia das mais importantes do país foram contratadas, inúmeras indústrias de equipamentos foram cadastradas e analisadas, muitas das quais foram pré-qualificadas para atender a área nuclear, tendo sido feitos 128 contra-

tos de suprimentos com 40 firmas, totalizando cerca de 684 bilhões de cruzeiros até setembro de 1984.

Lepecki compara a área nuclear à de informática, dizendo que criou-se uma reserva de mercado para a indústria nacional e que já em Angra II e III parcela considerável dos suprimentos serão das indústrias privadas nacionais, que já firmaram 30 contratos individuais de transferência de tecnologia com firmas estrangeiras.

Continuando, diz que na área de documentação a Nuclen recebeu 45 mil documentos, especificações, relatórios, etc.. e 200 programas de computador. Para cada programa transferido se coloca um engenheiro para aprender a fundo o que ele contém por um, dois, três anos. Na área de treinamento, 150 engenheiros estiveram na Alemanha por períodos, em geral, de 2 anos, alguns chegando a 4 anos, enquanto que 100 engenheiros formados pelo Projeto Urânio* estão na Nuclen. Em 1977 havia um brasileiro em posição de chefia na NUCLEN, em 1984 há 82, num total de 487 engenheiros da área técnica.

Finalmente, Lepecki discorre sobre o número e a qualidade dos "papers" apresentados pelo pessoal da NUCLEBRÁS no próprio Congresso Brasileiro de Energia, especialmente pelo CDTN.

Encerra com a reafirmação de que o ritmo de construção das usinas tem que ser mantido porque as equipes especiali

* O projeto Urânio foi um curso a nível de pós-graduação para engenheiros de várias especialidades, com duração de um ano, incluindo uma base mínima de engenharia nuclear (chapêu nuclear), ministrado na COPPE e na UFMG, basicamente, em convênio com a Nuclebrás.

zadas ficariam sem ter o que fazer se novas usinas não forem construídas após Angra II e III.

Quanto ao papel da universidade no processo de transferência de tecnologia, Luiz Fernando fez questão de deixar claro, ao iniciar suas críticas, que é engenheiro nuclear, gosta do seu trabalho e não pretende mudar de profissão.

A seu ver, os sucessivos adiamentos da construção dos reatores do Acordo não se constituem em uma readaptação adequada do programa nuclear, sendo necessário uma redefinição séria que devolva uma certa coerência interna ao programa. Para este novo programa existem premissas básicas.

Ele defende a ampla discussão com a comunidade técnico-científica envolvida na área nuclear, enfatizando que aquelas pessoas que participam, que são empregados, que trabalham na área devem ter o direito de serem ouvidas, de se manifestarem livremente. Em segundo lugar diz que o programa deve ser compatível com a realidade de país, ter o pé no chão, não adianta repetir previsões irrealizáveis enganando a sociedade e os próprios técnicos. O maior problema que aflige as pessoas que trabalham no setor nuclear no Brasil é a incerteza, é não saber o que vai acontecer daqui a seis meses ou um ano, impedindo-as de dar tudo de si no trabalho. A questão salarial é um aspecto importante mas ele não acredita que seja o único nem o mais importante, porque ela afeta todos os setores no país. Nota uma insatisfação geral com o trabalho em si mesmo. Compara o trabalho na empresa com o da universidade, sendo esta mais livre a ponto de permitir que se venha a público criticar, o que não é possível na empresa.

Sobre a transferência de tecnologia não duvida que o pessoal da NUCLEBRÁS e de suas subsidiárias aprendeu muita coisa durante estes quase 10 anos, como mostram os trabalhos apresentados pelo CDTN no Congresso de Energia. A pergunta que coloca é: temos que prosseguir com o ritmo de centrais nucleares para ter a transferência de tecnologia, não há outro modo de tê-la? A transferência de tecnologia precisa de ter um sentido útil ao país; não mandamos homem à Lua agora e nem por isso vamos adquirir tecnologia norte americana para isso, não teria o menor sentido. Luiz Fernando julga que se deve pensar a que custo se transferir a tecnologia nuclear.

Aponta os erros do governo na época do acordo justificando que para suprir energia elétrica até 1990, não seria necessário fazer o que se fez. Agora, o motivo mudou e fala-se em transferência de tecnologia. Para que? A tecnologia tem que ser usada e tem que ser usada economicamente e eficientemente; não basta existir uma tecnologia em uso no mundo para que tenhamos de usá-la também no Brasil. Por outro lado é preciso assumir a realidade, não se pode voltar a 1975 para começar de novo. Qualquer proposta de programa deve ser formulada em cima desta realidade.

Luiz Fernando lança então algumas idéias para o debate. Pergunta se não apreendemos o suficiente para continuarmos daqui para a frente por nós próprios. Lembra que o Ministro Cesar Cals disse na abertura do Congresso que a energia nuclear só será necessária por volta de 2000 ou 2005, e, portanto, não há pressa de construir centrais nucleares. Temos, pois, tempo para pensar no seu desenvolvimento.

Indaga ainda onde se poderia manter os acordos comerciais com os alemães só para Angra II e III, procurando desenvolver nós mesmos o restante, incluindo o ciclo do combustível. Quanto à NUCLEP, que foi projetada para um programa que não é executado, diz não fazer sentido fechá-la e despedir seus 600 empregados que não têm culpa dos erros de planejamento. Ela poderia ser readaptada para uma nova função, talvez se tornar uma fábrica de componentes pesados em geral para sistemas energéticos, talvez passar para a iniciativa privada.

Quanto à Angra I, ele ressalta a necessidade de fornecer todas as condições para este reator funcionar com o máximo de segurança e eficiência. Angra II e III tem que ser finalizado e operados. No momento julga prematuro fazer projeções além disso, ainda que, talvez, se possa pensar a médio prazo na utilização da terceira e quarta usina do Acordo. Criticou a projeção mostrada no Congresso pelo Presidente da NUCLEBRÁS prevendo já o início da construção de Iguape 1.

Outro aspecto que julga fundamental é o desenvolvimento da pesquisa e o fortalecimento dos institutos de pesquisa nacionais e dos grupos universitários na área nuclear. Pede prioridade para certas linhas: segurança e operação das centrais, enriquecimento do urânio, reatores rápidos.

Em termos internacionais, advoga uma intensa cooperação tecnocientífica com países em estágio de desenvolvimento nuclear semelhante ao nosso, em especial na América Latina, com os quais a cooperação é mínima, mesmo na universidade. Nesta linha sugere a criação de uma Agência Latino-Americana de Energia Nuclear para possibilitar o intercâmbio de informações e

de pesquisa. Sugere ainda uma criação de um instituto transnacional de pesquisa na América Latina, a exemplo do que fazem outros países desenvolvidos que se associam e juntam esforços em pesquisas, compartilhando custos e benefícios. Alerta que isto não deveria ter caráter comercial, como no Acordo com a Alemanha.

Pelos debates do III Congresso Brasileiro de Energia, especialmente no simpósio de caráter mais geral, três grandes opções se colocam para o futuro da política nuclear brasileira.

1º - O fortalecimento da Nuclebrás através de reprogramação do Acordo com a Alemanha, preservando-o em sua essência e retomando a construção dos reatores já, a partir de Iguape I e II.

2º - A ênfase ao programa nuclear paralelo, fora da Nuclebrás e do Acordo, com prioridade ao ciclo de combustível nuclear (enriquecimento e reprocessamento), deixando o programa de reatores provisoriamente congelado e indefinido.

3º - O cancelamento dos acordos de constituição das subsidiárias da Nuclebrás-KWU, tornando o Acordo Nuclear em um protocolo de cooperação tecnológico e não de associação comercial, suspendendo a construção de novos reatores e diversificando a Nuclebrás para outras atividades industriais.

A primeira alternativa acima foi a defendida pelo Presidente da Nuclebrás, Dario Gomes, no Simpósio, realizado no III Congresso Brasileiro de Energia. A segunda é a opção exposta pelo Presidente da CNEN, Rex Nazaré Alves, e a terceira encontra grande apoio entre os técnicos e cientistas, defendi-

da em diferentes gradações pelos dois outros participantes do simpósio, José Goldemberg e Luiz Pinguelli Rosa.

O Presidente da Nuclebrás, Dario Gomes, defendeu o processo de transferência de tecnologia e reiterou a intenção de construir em breve o terceiro e o quarto reatores do Acordo em Peruipe, São Paulo. Foi retrucado pelo Presidente da CESP, José Goldemberg, que propôs a interrupção do programa após Angra III condicionando a construção dos reatores nucleares às necessidades do país, com uma clara prioridade à hidroeletricidade,

O Presidente da CNEN, Rex Alves, enfatizou o programa nuclear paralelo desenvolvido fora da Nuclebrás, basicamente na IPEN e no CTA, como meio eficaz de se chegar ao domínio da tecnologia nuclear, incluindo o ciclo do combustível, particularmente o enriquecimento do urânio.

Finalmente, foram reiteradas as críticas das limitações às transferências de tecnologia no Acordo, tendo sido proposta uma reformulação do programa nuclear incluindo os seguintes pontos.

a) cancelamento dos acordos de constituição das subsidiárias da Nuclebrás em associação com a KWU;

b) diversificação da Nuclebrás para outras atividades industriais e de engenharia não nucleares;

c) redefinição realista do programa de construção de reatores, mantendo por enquanto apenas Angra II e III;

d) explicitação completa do chamado Programa Nuclear paralelo e sua integração em um programa sob o controle da sociedade, aí incluindo o enriquecimento do urânio;

d) integração com os países latinos-americanos, em especial com a Argentina.

ANEXO 1 - CAPÍTULO III
A TECNOLOGIA NUCLEAR

Os reatores a água pressurizada (PWR) adotados no Brasil para geração de energia, utilizam o urânio enriquecido (até 3% de U235) como combustível e água como moderador. A fissão do urânio é produzida principalmente por neutrons de energia térmica, resultando dessa reação os fragmentos de fissão (núcleos radioativos), dois ou três neutrons que vão alimentar a reação em cadeia, e uma grande liberação de energia. Essa energia é liberada sob a forma de energia cinética dos fragmentos e dos neutrons, raios gama e energia de desintegração dos produtos de fissão (Quadro 1).

Os neutrons produzidos pela fissão se distribuem em uma faixa de energia bem superior à térmica, necessitando da presença de um moderador (água), de modo que os neutrons percam energia por colisões sucessivas com núcleos leves (hidrogênio) contidos no moderador, até chegarem à faixa térmica e poderem provocar novas fissões ao atingirem núcleos de urânio. Esse moderador deve apresentar baixa probabilidade de absorção de neutrons, sendo que essa probabilidade no caso da água não é suficientemente baixa para permitir o uso de urânio natural (0,7% de U235). O urânio natural só pode ser usado quando o moderador é a grafite (antiga linha francesa) ou a água pesada - D₂O (linha canadense) (Quadro 2).

A energia liberada pela fissão aquece a água que circula até os trocadores de calor, onde é gerado o vapor em um circuito secundário que vai até as turbinas geradores de energia elétrica, como em uma usina térmica convencional (Figura 1).

O combustível é constituído de pequenas pastilhas de óxido de urânio (UO_2) contidas em barras cilíndricas encamizadas por liga especial (Zircaloy). Em um PWR típico, cerca de 40.000 barras de combustível com mais de 100 toneladas de UO_2 são agrupadas e arranjadas em uma malha e contidas em um vaso de pressão cilíndrico de cerca de 12 m de altura, 4 m de diâmetro e 20 cm de espessura. Anualmente é renovado 1/3 desta carga de combustível.

Esse vaso de pressão, os geradores de vapor, o pressurizador que mantém a água sob pressão adequada à operação (cerca de 150 atmosferas a cerca de $300^{\circ}C$) e mais equipamentos auxiliares e tubulações são confinados em uma enorme estrutura de concreto para contenção da descarga radioativa (Figura 2).

Para controle da reação em cadeia, barras de cádmio - um fortíssimo absorvedor de neutrons térmicos - são introduzidas ou retiradas do reator, de modo que em estado estacionário, para cada fissão que ocorra apenas um neutron nela produzido venha provocar nova fissão (Quadro 1).

A indústria nuclear brasileira foi originalmente projetada para produzir anualmente um vaso de pressão, quatro geradores de vapor, o pressurizador e oito acumuladores, peças que atingem 20 m de altura e 400 toneladas (gerador de vapor) e 12 m de altura e 550 toneladas (o vaso de pressão). Estes são os componentes pesados do chamado Sistema Nuclear de Geração de Vapor (SNGV), que constitui 20% do valor total da usina. O turbo gerador constitui 30%. O ciclo do combustível nuclear é resumido no Quadro 3.

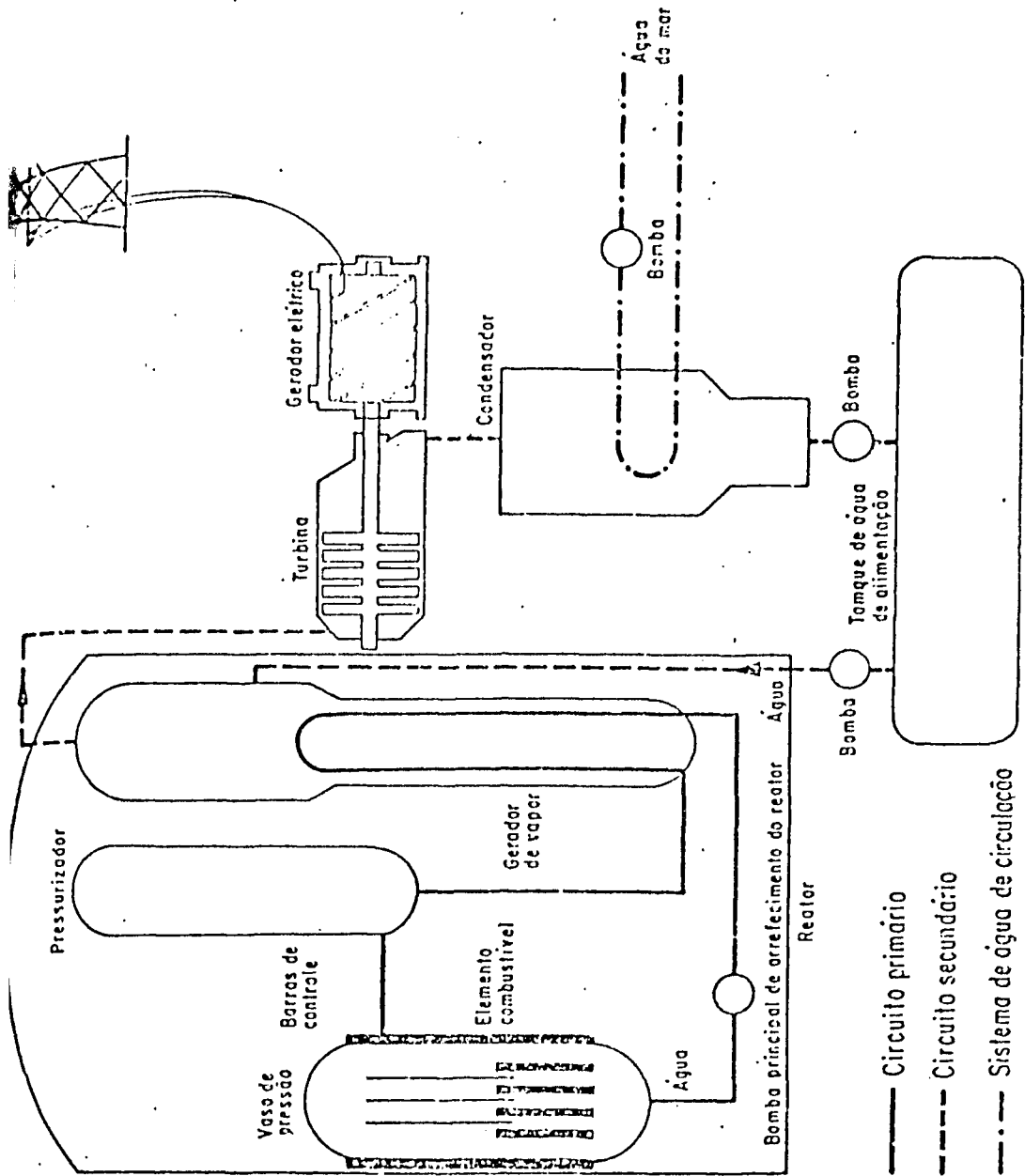
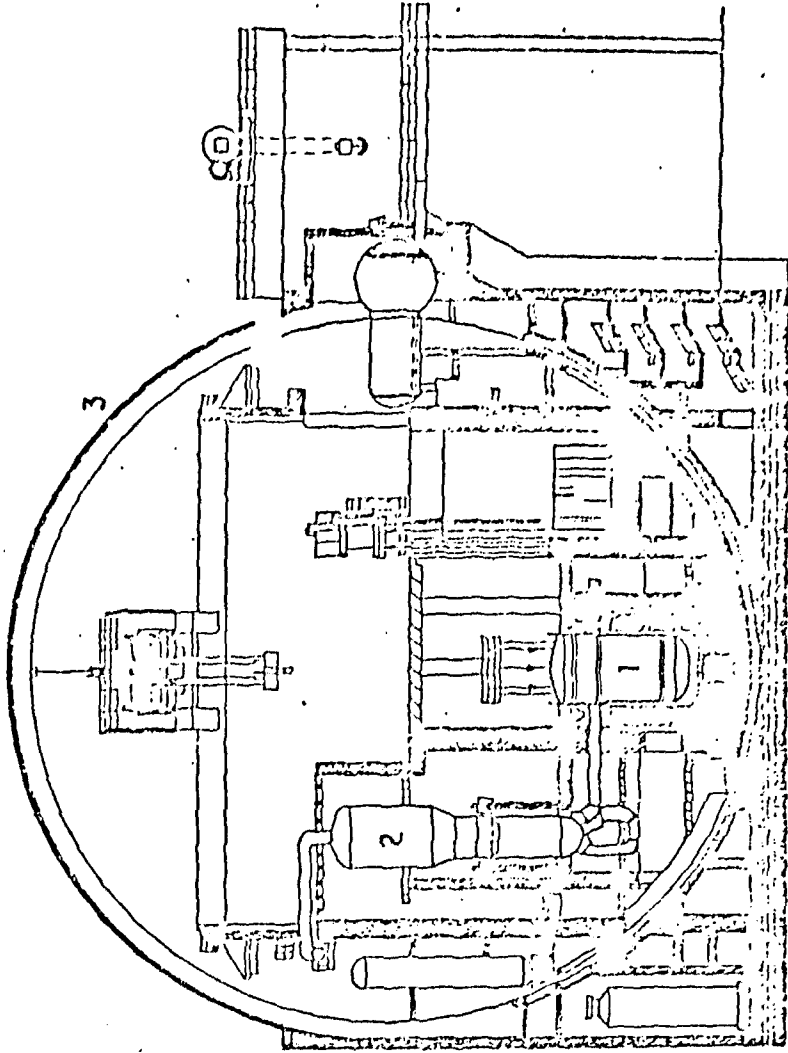
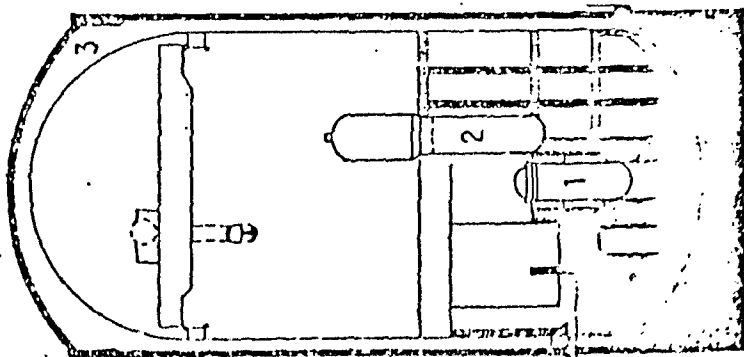


FIGURA 1 - Reator PWR - esquema

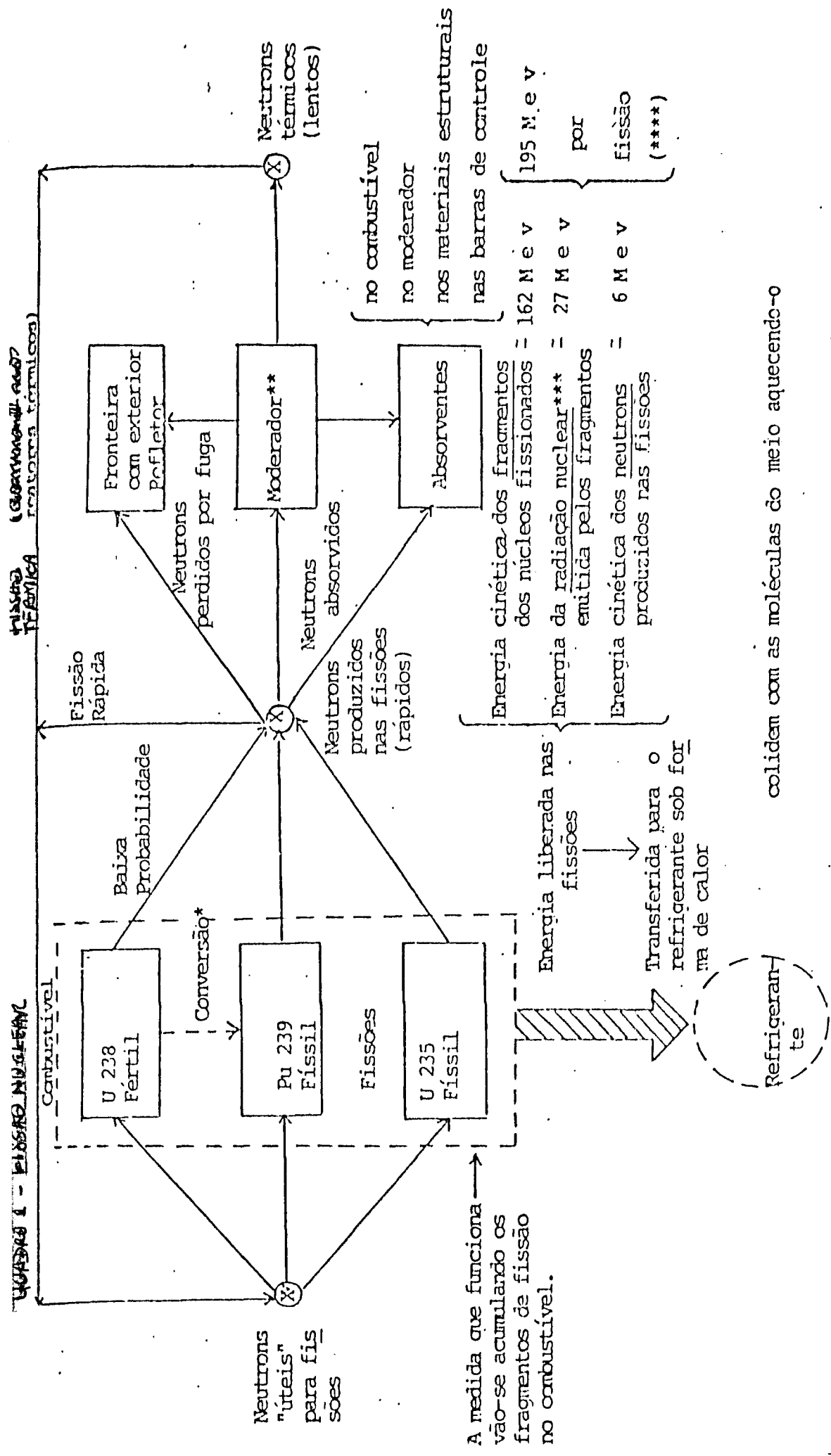
ANGRA 2



ANGRA 1



- 1 - Vaso de pressão (reactor)
- 2 - Gerador de vapor
- 3 - Prédio de contenção



A medida que funciona vão-se acumulando os fragmentos de fissão no combustível.

colidem com as moléculas do meio aquecendo-o

Nos reatores rápidos regeneradores ("fast breeder", tipo Fenix) a taxa de conversão (transformação de núcleos férteis em físsil U238 -> Pu239) supera a taxa de consumo do material físsil original no reator.

Nos reatores a água o moderador é, em geral, refrigerante; nos reatores rápidos não há moderador.

A radiação nuclear (α , β e γ) é responsável pela energia gerada após o desligamento:

* 1 Mev = 1 milhão de ev (eletrón volt); 1 ev = $3,8 \times 10^{-20}$ calorías; em uma reação química é liberado menos de 1 ev por molécula

QUADRO 2 - TECNOLOGIA DOS REATORES NUCLEARES

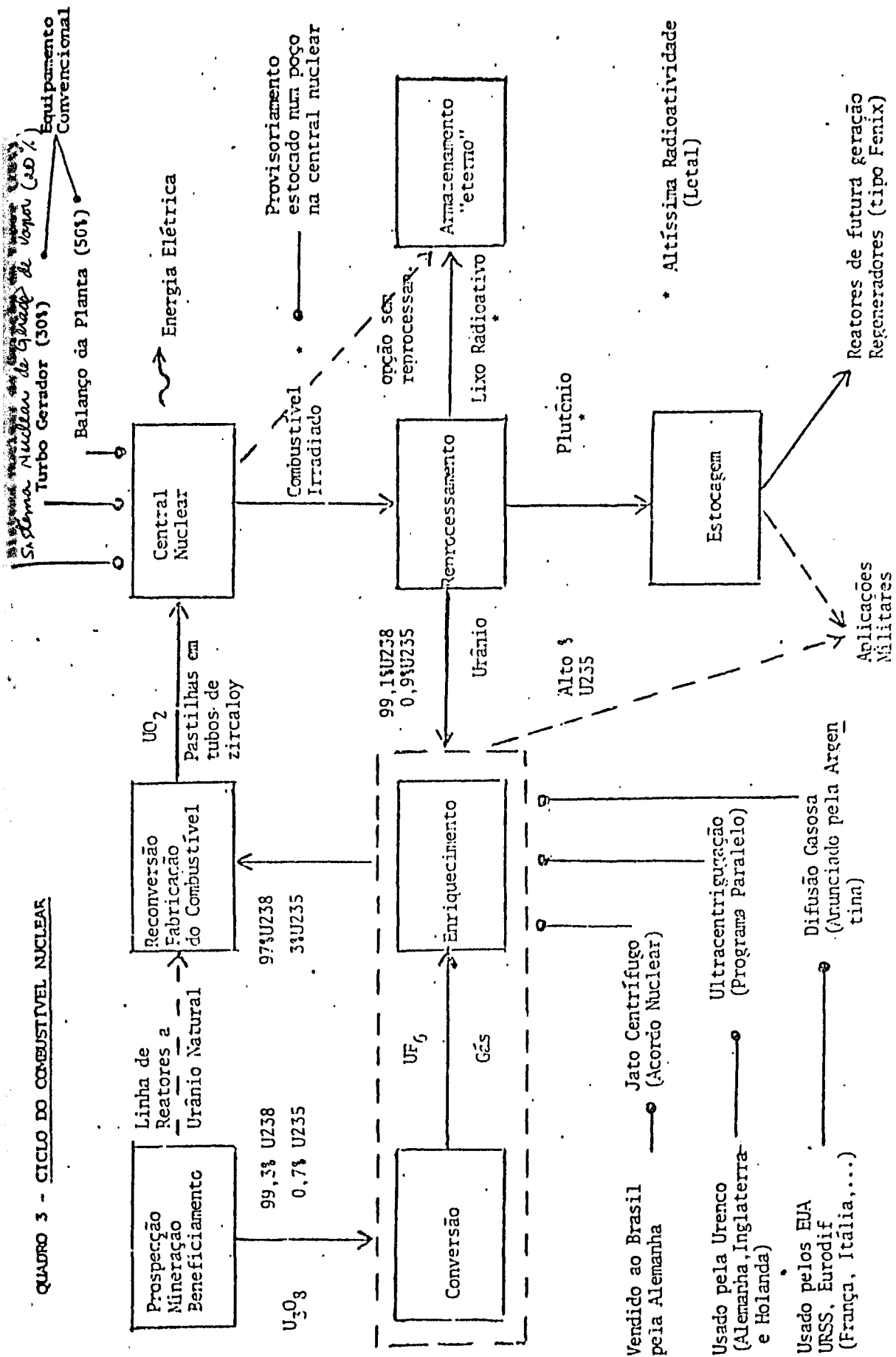
PROCESSO NUCLEAR FUNDAMENTAL	COMBUSTÍVEL	MODERADOR	TECNOLOGIA DOS REATORES	PRINCIPAIS DETETORES	ESTADO DA ARTE
a) por neutrons termicos (lentos)	Urânio natural	Grafite	CCR (gás-grafite)	França-EDF	Primeiros reatores de potência; abandonada
		Água pesada	HWR (heavy water)	Canadá-CANDU	Reatores de ótima performance; evita o enriquecimento; menor preço econômico; adotada com êxito pela Índia e Argentina
b) por neutrons rápidos	Urânio enriquecido	Água comum	PWR (pressurized water) BWR (boiling water)	EUA-Westinghouse GE (BWR) outros URSS França (**)-Framatone Alemanha (**)-KNU Japão (**)-Hitachi e outros	De maior produção econômica; mais difundida, especialmente o PWR, originada de reatores de submarino e com perspectivas de avanços técnicos; adotada nos EUA, URSS, Europa Ocidental em geral, Japão e alguns países em desenvolvimento como Brasil, Jugoslávia, Coreia do Sul, China...
	Urânio enriquecido e Plutônio	Água pesada	Steam generator	Inglaterra	Restrita à Inglaterra; hoje congelada
		Grafite	AGR(advanced gas)	Alemanha Japão	Considerada promissora; carece problemas para sua adoção após os EUA e Alemanha
FISSÃO DE NÚCLEOS PESADOS (*)	Urânio enriquecido e Plutônio	não usa	Fast Breeder (regenerador refrigerado a Sódio Líquido)	França-Fenix e Super Fenix	Futura geração de reatores, considerados hoje muito caros; permitem usar os materiais férteis regenerando o combustível físsil gasto, permitindo enorme economia de urânio.
	FUSÃO DE NÚCLEOS LEVES	Hidrogênio deuterio-Lítio	Em desenvolvimento a longo prazo - fusão controlada Hoje empregada nas bombas termonucleares (bombas H)(***)		

(*) Físseis { Urânio 235
Plutônio 239
Urânio 233 } artificiais (produzidos nos reatores)

(**) Físseis { Urânio 238
Tório 232 } geram Físseis por absorção de neutrons no reator

(***) U 238 + Pu 239
Th 232 + U 233

QUADRO 3 - CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR



ANEXO II - CAPÍTULO III

Lista dos participantes do Seminário sobre a transferência de tecnologia no contexto do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, realizado na COPPE/UFRJ em maio de 1983.

Alessandra Magrini	COPPE/UFRJ
Antonio E. F. Muller	PROMON ENGENHARIA
Arthur E. Gasparian	PROMON ENGENHARIA
Forhang Sevedesh	UFRJ
Hélcio M. da Costa	CNEN
Jair Mello	UFMG
Joaquim F. de Carvalho	CESP ELETRO PAULO / CPFL
José Cesário Cecchi	COPPE/UFRJ
José Eddy Torres	PLANDES/COLOMBIA
Juan Bautista S. Hesles	COPPE/UFRJ
Kurt Mirow	UNCTAD/GENEBRA/Technology Division (Consultor)
Luiz Antonio Silveira	PUC
Luiz Fernando Oliveira	COPPE/UFRJ
Luiz Pinguelli Rosa	COPPE/UFRJ
Otávio Mielnik	COPPE/UFRJ
Paulo Canedo	COPPE/UFRJ
Regina Lucia F. Pires	COPPE/UFRJ
Roberto I. Besnosik	COPPE/UFRJ
Roberto Y. Hukai	CESP
Sylvio de A. Puppo	ABDIIB
Zieli Dutra T. Filho	COPPE/UFRJ

Lista de participantes do Simpósio e da Reunião Técnica sobre Energia Nuclear realizados no III Congresso Brasileiro de Energia em outubro de 1984.

SIMPÓSIO

Rex Nazaré Alves, Presidente da CNEN

Dario Gomes, Presidente da NUCLEBRÁS

José Goldemberg, Presidente da CESP

Luiz Pinguelli Rosa, COPPE-UFRJ

REUNIÃO TÉCNICA

Sergio Salvo Brito, FURNAS

Witold Lepecki, NUCLEBRÁS

Luiz Fernando de Oliveira, COPPE-UFRJ

Antonio Muller, PROMON

Juan Eibenschuts, MÉXICO

Notas e Referências do Capítulo III

- (1) Para tanto, o processo deveria se desenvolver de forma rápida, eficiente e segura, sem se pautar por critérios nacionalistas demagógicos, como atesta um discurso de Castello Branco datado de 1967, citado por Vilma Figueiredo: "a extensão em que o nacionalismo é manipulado por certos grupos para evitar a competição e manter sua posição no mercado; é usado para impedir a importação de tecnologia externa, para manter os recursos minerais presos ao solo sem que haja capital (doméstico) para explorá-lo, (ou) é manipulado pela esquerda alienada para impedir o fortalecimento do sistema econômico capitalista e das instituições democráticas do ocidente, o nacionalismo passa a ser altamente negativo, não só do ponto de vista do desenvolvimento econômico, mas de segurança nacional" (Castello Branco, Humberto de A., 1967, "Segurança e Desenvolvimento", verbe te impresso no Correio da Manhã, Jornal, 1º de março, Rio de Janeiro". Ver Figueiredo V. Desenvolvimento Dependente Brasileiro, Zahar, R.J. 1978, p. 132.
- (2) Ver depoimento de Carlos R. Villares à CPI sobre o Acordo Nuclear, datado de 9/10/1979 - Anais do Congresso.
- (3) Ver a este respeito o depoimento de Joaquim Francisco de Carvalho à CPI, em 25/10/79 e 13/11/79 - Anais do Congresso.
- (4) A esse respeito, Luiz Carlos Menezes e David Simon, Dois erros em Cadeia, in, Energia Nuclear em Questão, Instituto Euvaldo Lodi - 1981, declaram em relação a uma referência à estrutura organizacional ostensiva do Programa Nuclear que: "todos aqueles que acompanharam de perto seu desenvolvimento (do referido programa) sentem, como nós, a presença, a nível decisório, de setores da Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional", p. 41.
- (5) Chegando a US\$ 25 bilhões em 1980, segundo Goldemberg, op. cit.

CAPÍTULO IV
ANÁLISE DESCRITIVA DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA
NO ACORDO NUCLEAR*

* Este capítulo é parte integrante do relatório "Transferência de Tecnologia Nuclear - Mitos e Realidade", editado pela Área Interdisciplina de Energia da COPPE/UFRJ - Dez. 1984.

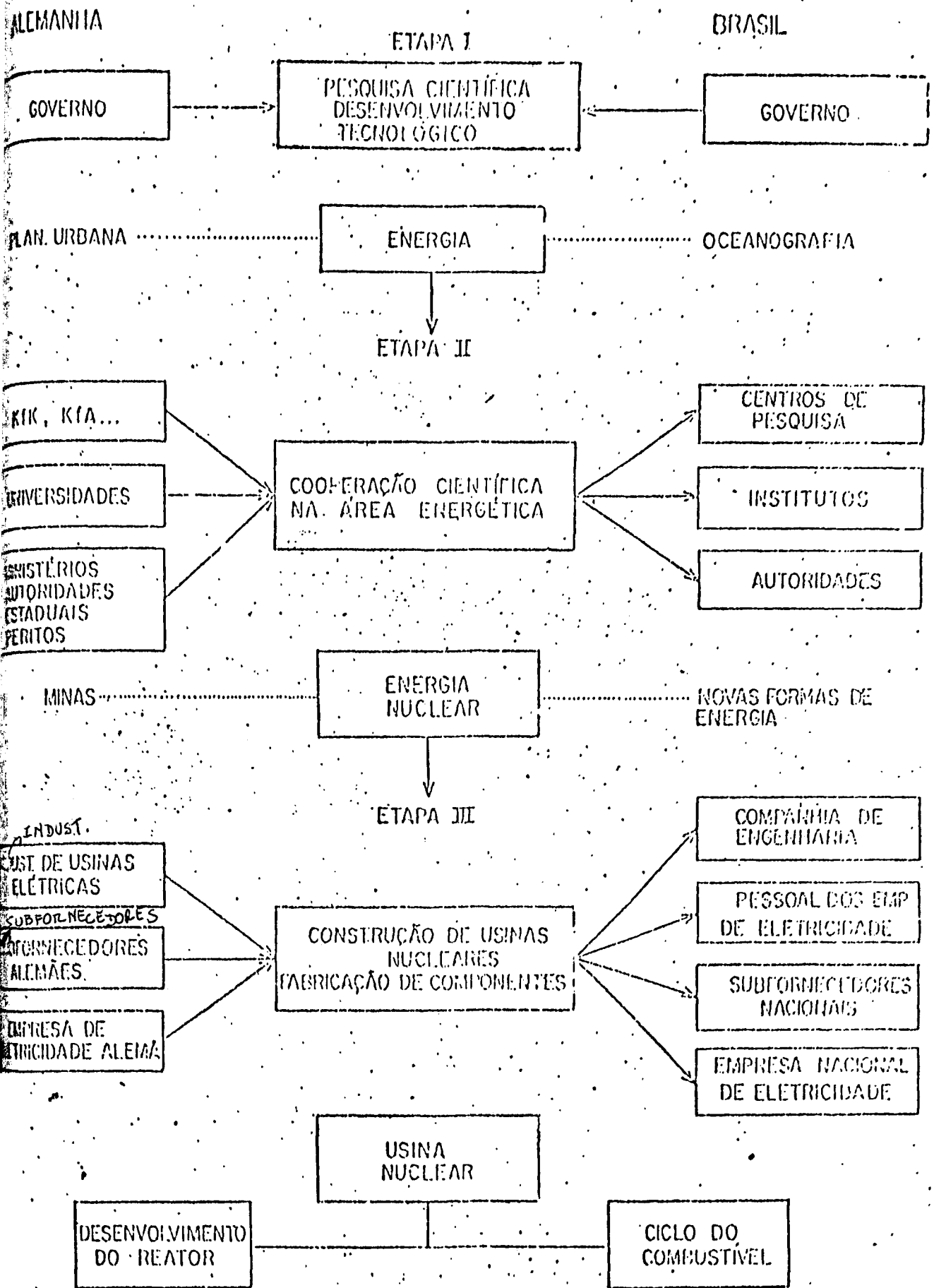
IV.1 - Estratégia de Penetração da Tecnologia Alemã no Brasil

Um dos argumentos mais utilizados em defesa do Acordo Nuclear Brasil/Alemanha se baseia no comprometimento de haver transferência de tecnologia nuclear que abrange desde o ciclo do combustível à produção de reatores. Esta chamada Transferência de Tecnologia, segundo a concepção alemã, obedeceu a uma estratégia muito bem delineada que estabeleceu passo a passo sua penetração no país.

O Gráfico 1 apresenta as principais etapas desta transferência e não deve ser interpretado como uma decorrência do acordo nuclear em si, mas como uma formulação de política de comércio exterior da Alemanha que objetivava a própria viabilidade econômica de seu segmento industrial, uma vez que o seu mercado interno não era suficientemente grande para o desenvolvimento satisfatório daquela indústria. Seria, então, vital para a Alemanha ampliar o mercado da sua indústria nuclear através da exportação de tecnologia para países menos desenvolvidos. Esta estratégia de penetração no mercado nuclear brasileiro foi precedido de cooperações em áreas que não tinham nada a ver com nuclear, como por exemplo a colaboração dos Alemães no planejamento urbano de Porto Alegre. Ofereciam também assistência técnica para outros setores, como o da oceanografia que participavam o Instituto Oceanográfico da USP e o Instituto de Pesquisa da Marinha. Este comportamento visava, no entanto, aumentar a influência industrial, tecnológica, industrial, e política nos meios brasileiros.

Retomando o Gráfico 1 como instrumento analítico temos que a Etapa 1 envolveu os acordos iniciais a nível de go-

GRAFICO 1 ETAPAS DE TRANSFERÊNCIAS DE TECNOLOGIA



Congresso sobre Reactores Nucleares em Manutenção

verno entre os dois países, sob a forma de acordos básicos para pesquisas científicas conjuntas e desenvolvimento técnico, nos mais amplos setores. Esta primeira etapa foi exploratória, buscando determinar os campos técnicos promissores para cooperação, que variaram desde a pesquisa básica, chegando à economia energética, passando pela oceanografia e pela planificação urbana.

No caso do Brasil e da República Federal da Alemanha esta etapa está representada no "Acordo Geral sobre Cooperação nos setores da Pesquisa Científica e do Desenvolvimento Tecnológico", de 1969. Com base nesse tipo de acordo global puderam então ser assentados, em uma segunda etapa, acordos detalhados, como, por exemplo, no setor de energia. Teoricamente é nesta segunda etapa que as cooperações tecnológicas são acordadas entre Universidades, organizações de pesquisas, institutos, etc... Nela (2a. etapa) já são incluídas as questões básicas, como fontes alternativas de energia, investigação e análise de estrutura específica de fornecimento de energia no país, da matéria-prima, etc.

Tendo-se chegado à conclusão de que a energia nuclear era um importante fator potencial para a ampliação do abastecimento energético, promoveu-se uma terceira etapa de acordos. Nessa terceira etapa, a ênfase reside na cooperação industrial, ou seja, é nela que foram escolhidos os parceiros industriais brasileiros e alemães que são recebedores e doadores da tecnologia, respectivamente.

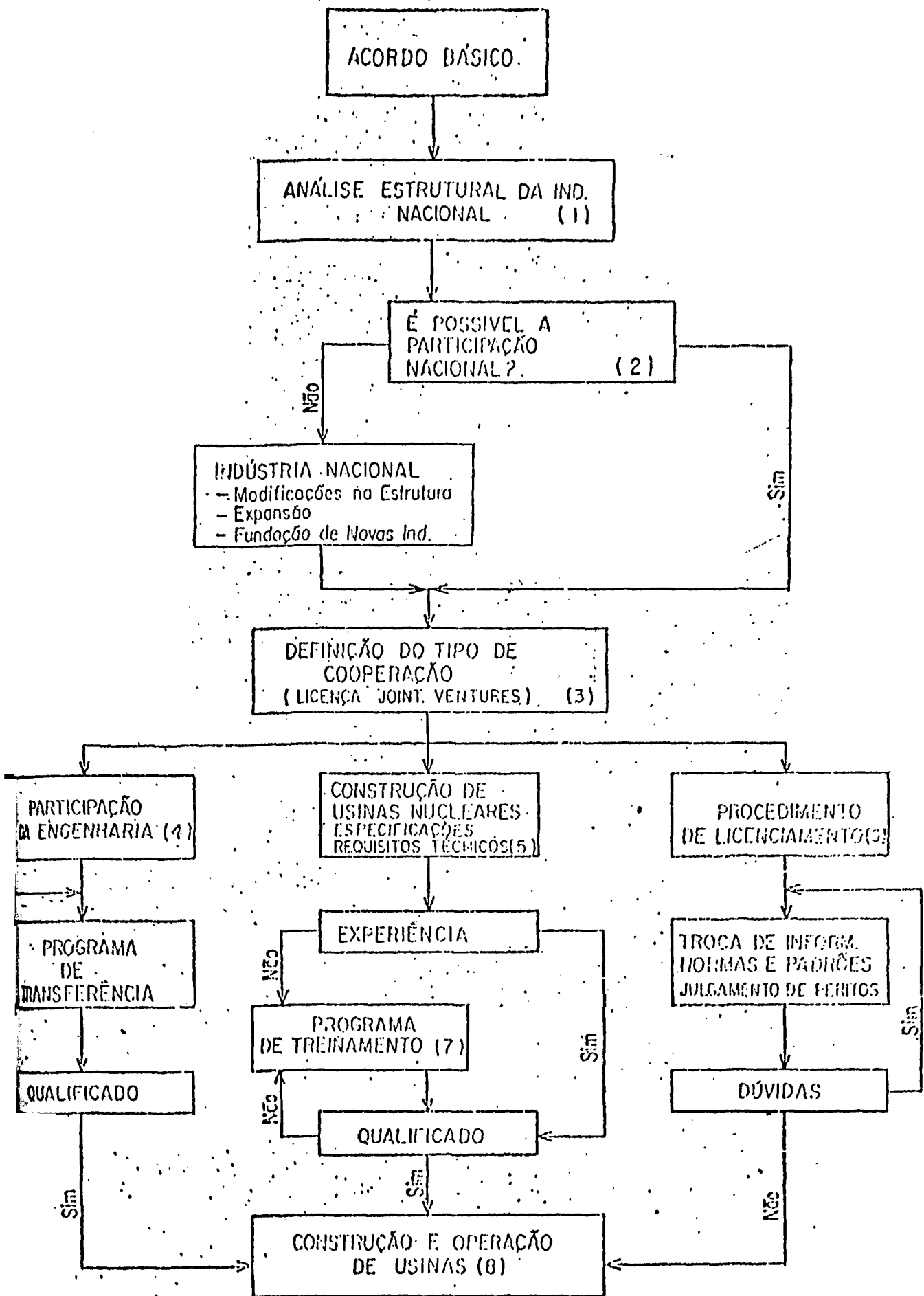
No Brasil, tanto a segunda etapa como a terceira etapa, estão situadas no "Acordo sobre Cooperação no Campo dos

Usos Pacíficos da Energia Nuclear" assinado em Bonn, a 27 de junho de 1975, pelos ministros das Relações Exteriores dos dois países. Simultaneamente ao Acordo, foi também, firmado, em Bonn, um protocolo industrial entre os Ministros das Minas e Energia do Brasil e da Pesquisa e Tecnologia da R.F.A. que aprovava diretrizes específicas para cada área de cooperação.

O resultado foi o estabelecimento entre os dois países de um entrelaçado de contratos de cooperação com uma estrutura excepcionalmente complexa. Além disso, a realização de um programa energético está ligado a prazos e por isso a transferência de tecnologia, principalmente a nível das indústrias, está contida num espaço de tempo determinado. Isto é demonstrado esquematicamente no Gráfico 2, que exemplifica o processo decisório nos acordos da etapa III.

Tentando ser fiéis na nossa análise iremos seguir a ordem apresentada no Gráfico 2, começando pela análise da estrutura da indústria nacional (item I do gráfico). Embora o empreendimento de uma análise estrutural das indústrias nacionais fuja ao escopo deste trabalho, algumas considerações genéricas se fazem necessárias.

II - ACORDOS INDUSTRIAIS



IV.2 - Características Tecnológicas da Indústria Brasileira

O Brasil empreendeu seu processo de industrialização por vagas de substituições de importações o que se refletiu na estruturação da tecnologia industrial do país. Este processo implicou na criação de uma estrutura industrial através de estágios, condicionada, em boa medida, pelo tamanho do mercado para diversos produtos, disponibilidade de processos e tecnologia de produção, e pelo papel do governo na construção da necessária infra-estrutura. As mudanças na sua estrutura industrial mostram, de alguma forma, complexas combinações dos fatores acima citados, que nos abstermos de analisar.

A articulação da tecnologia com o desenvolvimento industrial é abordada por Erber (1) e por Baer (2). A produção de equipamentos desempenhou papel secundário na economia brasileira, atendendo parcela reduzida da demanda nacional até a metade da década de 50, quando se efetivou a articulação deste ramo industrial no processo de industrialização via substituição de importações em curso no país.

A esta transformação no papel desempenhado pela indústria de bens de capital na economia corresponderam transformações estruturais importantes no interior da indústria. Ela se internacionalizou, se modernizou e alterou drasticamente seu processo de incorporação de tecnologia, passando a recorrer majoritariamente à importação de tecnologia desenvolvida no exterior queimando etapas necessárias à sua geração no país. Este movimento não foi, entretanto, homogêneo. Ao contrário, ele se difundiu apenas em parcela das empresas, as mais bem equipadas, de maior porte. Nas empresas encarregadas da produção de bens

simples, onde a garantia de qualidade não é um requisito essencial, "praticamente não houve entrada de capitais externos e foi possível continuar com as práticas antigas de copiar equipamentos do exterior e produzi-lo aqui com tecnologia já de domínio público". (2)

Assim estabeleceu-se um desvio no processo de evolução do setor, distinguindo-se o setor dinâmico, voltado para a produção de bens mais sofisticados e de qualidade garantida, principalmente sob encomenda e com tecnologia externa, e o setor tradicional, voltado para a produção de bens mais simples, produzidos em série, com menores exigências de qualidade, e com autonomia tecnológica. O novo surto de desenvolvimento industrial (68/75), verificou-se através da confirmação e amadurecimento do processo de internacionalização da produção industrial, iniciado na década de 50, e da intensificação do investimento estatal em infra-estrutura e na produção de bens intermediários. O conjunto de medidas políticas que o orientou pautou-se nos critérios de maximização do crescimento e promoção das exportações e perdeu o caráter nacionalista que prevalecia nos períodos de 30 a 60.

A autonomia nacional não era mais o objetivo perseguido, e sim a modernização do parque industrial e sua integração ao sistema produtivo internacional. Já não havia mais espaço para a política nacionalista e a prática de "queimar etapas" no processo de desenvolvimento não enfrentou obstáculos de importância, terminando por implicar na agudização de dependência do país com relação ao exterior. "Sabe-se que para competir eficazmente no mercado internacional, as firmas brasileiras e as multinacionais tinham necessidade de utilizar a tecno

logia mais recente. Em suas deliberações, foram levados em consideração tanto o preço quanto a qualidade. A mudança de critério de substituição de importações para o de promoção das exportações, no processo de crescimento industrial, levou a um viés contra o uso de tecnologia que absorvia grande quantidade de mão-de-obra". (2).

Neste movimento no sentido da sofisticação tecnolôgica não se distinguem os dois principais grupos de atores por ele responsável: os corpos dirigentes e empresarial das grandes empresas privadas e das empresas estatais. Ambos dispunham e dispõem de conhecimentos sobre o desenvolvimento tecnológico existente no mercado mundial e obrigam aos seus fornecedores nacionais a se qualificarem aos níveis dos competidores externos e das filiais de empresas estrangeiras aqui instaladas.

Seus interesses e políticas neste caso, portanto, convergem. Assim, no caso da indústria de bens de capital, generalizou-se a pressão no sentido da adoção de padrões internacionais de produção no seu centro dinâmico.

Não se verificando concomitantemente a adoção política de desenvolvimento científico e tecnológico visando a autonomia nacional, a implicação disto decorrente foi a adoção como padrão da combinação "importação de tecnologia - dependência tecnológica - evasão de divisas".

A estrutura industrial do país caracteriza-se, já em meados da década de 70, quando foi feito o Acordo, por um elevado grau de diversificação, não muito diferente dos países cen

trais quando vista através de dados globais, como os percentuais da Tabela IV.1

TABELA IV.1
ESTRUTURA DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO NO BRASIL (%)

GRUPOS DE PRODUTOS	1910	1939	1949	1959	1970	1974
Bens de Consumo Não-Duráveis	80,8	71,0	67,8	51,4	45,0	37,0
Bens Intermediários	16,5	22,3	25,1	33,0	34,4	39,6
Bens de Consumo Durável	1,3	1,8	2,0	5,9	9,3	10,0
Bens de Capital	1,4	4,9	5,1	9,7	11,3	13,4

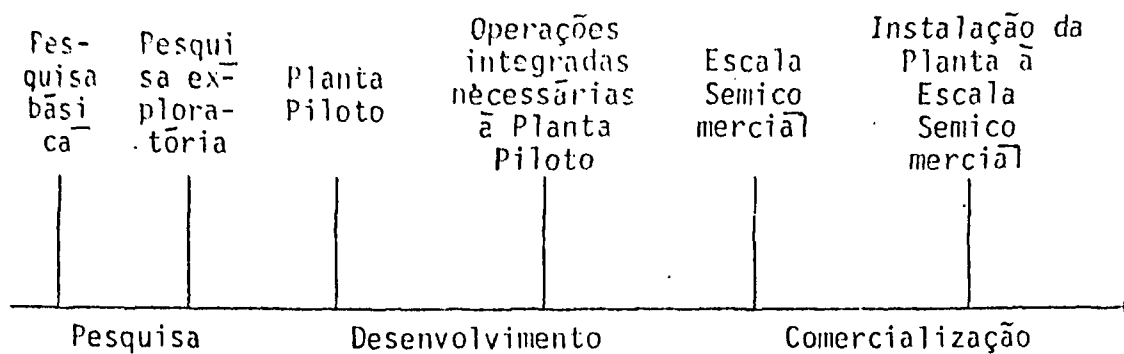
FONTE: A Indústria de Bens de Capital no Brasil - IPEA.
Série Monográfica nº 28.

Entretanto, quando penetramos nesta estrutura dissecando-a e atingindo seu conteúdo tecnológico, observamos que o grau de diversificação de atividades industriais não encontra correspondência no grau de controle das técnicas que governam estas atividades.

No Capítulo II deste trabalho definimos tecnologia como a integração entre conhecimentos científicos básicos provenientes das ciências naturais, sociais e humanas e conhecimentos empíricos provenientes da prática produtiva. Afirmamos ademais que essa integração pressupõe uma articulação entre um conjunto de atividades definidas a nível da prática produtiva de bens e serviços - a concepção, o desenvolvimento, a produção e a comercialização e formas de organização e qualificação

da mão-de-obra nelas empregada. Como tentativa de sistematizar o que se observa na realidade esta definição ainda é pobre. Não estão nela explicitados elementos de análise do tempo e do espaço em que se realizam estas atividades, nem das condições históricas e culturais em que elas se realizam nas diversas sociedades. No entanto, se ela perde pelo reducionismo, ganha em objetividade, constituindo-se num bom instrumento auxiliar, para análise do processo de tecnologia no setor industrial no Brasil.

Conforme explicitam Anne Marie Maculan e Murillo F. Cruz Filho (3) a seqüência de atividades sumariamente descritas no parágrafo precedente, é "invertida" no Brasil, se comparada à dos países centrais. Aqui, como resultado do modo como se deu a industrialização, esta seqüência inicia-se a partir das últimas fases, em detrimento das fases fundamentais que ocorrem nas empresas com sede nos países desenvolvidos, onde a direção do processo encontra-se indicada pela seta*



As etapas de comercialização são privilegiadas, em detrimento da pesquisa básica e exploratória. Nesse contexto, o controle de qualidade, etapa de aperfeiçoamento tecnológico

* Há evidentemente realimentação do processo a partir de informações provenientes do mercado que a figura não ilustra.

mais próxima do mercado, apresenta importância crucial do processo de incorporação de tecnologia de operação na indústria de transformação no Brasil.

Não é apenas em virtude da inversão da ordem de importância na seqüência de atividades do ciclo produtivo que o processo de incorporação de tecnologia no setor industrial no Brasil adquire caráter específico, mas também devido ao fato de ele não se completar, não se relacionando à pesquisa básica.

O controle de qualidade poderia ser aqui um estímulo à pesquisa técnico-científica básica. Entretanto, "em grande parte das firmas nacionais, o controle de qualidade se restringe apenas à inspeção do produto e das principais partes componentes, com a preocupação de rejeitar aqueles considerados defeituosos... e menos no sentido de corrigir, alterar ou reestruturar plantas, máquinas e processos como resposta às deficiências do produto reveladas pela inspeção... Desta forma, o controle de qualidade assim restrito não exerce estímulo desejável à investigação dos novos processos, à criatividade e à inovação... O controle de qualidade eficiente, em seu sentido mais amplo, é fundamental como fator de garantia dos mercados, e não é desenvolvido na maioria das firmas" (3). É pitoresco notar que no processo de transferência da tecnologia nuclear alemã esta deficiência da estrutura tecnológica da indústria brasileira foi um obstáculo à nacionalização, em virtude dos rigorosos padrões não só de controle de qualidade mas de garantia de qualidade dos equipamentos nucleares.

No Brasil, uma configuração de fatores de ordem polí

tico-econômica (a forma de inserção da economia nacional no sistema capitalista mundial), financeira (a reduzida disponibilidade de recursos das empresas nacionais para investir em pesquisa técnico-científica de forma a competir com as empresas internacionais) e cultural (o reconhecimento da necessidade da pesquisa básica para as atividades produtivas assume uma dimensão restrita e pobre, num contexto onde a transmissão, assimilação e interação de informações provenientes dos diversos setores da economia é dificultada pela heterogeneidade que caracteriza estes setores) faz com que a mentalidade mercantil predomine sobre a mentalidade industrial dando substância a uma mentalidade capitalista "sui-generis". A prática de aquisição pura e simples da tecnologia indica que seu significado é reduzido em sua complexidade, se comparado ao que ela adquire nos países centrais, perdendo a característica de bem intangível de produção capaz ele próprio de reprodução. Ou seja, ainda que a tecnologia seja utilizada para os mesmos fins nos dois universos - produção de bens para o mercado, ditada pela lógica de produção capitalista, com o objetivo de assegurar ao seu usuário o direito à participação neste mercado e mesmo, eventualmente, lhe garantir o domínio e a liderança deste mercado - aqui no Brasil ela como que se esteriliza, perdendo sua capacidade de gerar outras "mercadorias-tecnologia" com as mesmas características. Assim, ela não assegura ao seu usuário o controle dessas possibilidades de participação no mercado,* e o "domínio" e "liderança" deste mercado transformam-se em conceitos relativos. A utilização da tecnologia não lhe garante, portanto, a independência.

* Além de evidentemente, lhe negar a possibilidade de penetrar de forma independente no mercado de tecnologia.

Há fortes laços de dependência entre o setor moderno da indústria nacional com relação aos países centrais, manifestados através do peso exagerado da compra de "know-how" com relação ao seu desenvolvimento no país. Nos ramos dinâmicos do setor produtivo a empresa nacional tem sempre diante de si o poder do capital estrangeiro, seja estabelecido no país seja em vias de ou com potencial de se estabelecer, e, em geral, a ela se alia em sua estratégia de sobrevivência e desenvolvimento, associando-se diretamente, ou estabelecendo contratos de compras de licença, "know-how" e assistência técnica. Desta forma ela garante sua participação no mercado adquirindo processos técnicos sofisticados e de elevada produtividade (4).

Esta situação é mantida através de uma legislação deficiente que não atenta para os aspectos técnicos substanciais da questão, limitando-se à regulamentação de aspectos fiscais e cambiais e ao controle de práticas restritivas de mercado utilizadas pelas empresas nacionais. (5) Ou seja, a própria origem das regulamentações sobre transferência de tecnologia (onde poderia ou não haver transferência de conhecimentos técnicos) se configura de forma muito mais importante como um problema de remessa de valores para o exterior relacionada às deduções para efeito do cálculo do imposto de renda, e de controle da atuação dos capitais estrangeiros no país, do que como uma questão relacionada com o incremento da capacitação tecnológica nacional. Por outro lado, o capital internacional se faz presente na própria adoção de normas e regulamentações técnicas do país. Assim, há limitações e barreiras de ordem institucional ao desenvolvimento, aperfeiçoamento/adaptação tecnol

lógica no Brasil, que se somam às barreiras de ordem política e econômica.

Assim, a questão tecnológica é mal contemplada, apesar das intenções declaradas de resolvê-la. A simples formalização de um contrato de transferência de tecnologia não significa de forma alguma uma real transferência, pois não se constitui num mecanismo eficiente para garantir a realização de melhorias nos projetos básicos enviados pelo fornecedor de tecnologia. Ela não impede que se verifique a repetição de contratos entre empresas brasileiras e empresas estrangeiras num processo contínuo, onde se contrapõem dois fluxos. De um lado o fluxo de informações, com sentido do exterior para o Brasil, de caráter abstrato, materializado em documentos e em assistência técnica (6), que garante para as empresas nacionais, a aquisição de inovações desenvolvidas nos países centrais. De outro, o fluxo monetário (7), com sentido do Brasil para o exterior, de caráter concreto, que garante uma parcela de mercado para as inovações desenvolvidas nos países centrais. Esses dois fluxos caracterizam a dependência das empresas brasileiras e do país com relação ao exterior. Através desta prática, ainda que alguns conhecimentos práticos operacionais ou mesmo conceituais sejam absorvidos, não há real transferência de tecnologia a ponto de garantir a autonomia ao importador.

IV.3 - Participação Prevista da Indústria Nacional.

No âmbito do Acordo Nuclear Brasil/Alemanha, nas duas primeiras usinas está previsto um índice de nacionalização de 30%, envolvendo apenas os componentes convencionais. Quanto

dos componentes não convencionais, ou seja, aqueles destinados exclusivamente à usina nuclear, a resposta à pergunta do item 2 do Gráfico 2 (É possível a participação nacional?) é negativa. Entretanto foram criados joint-ventures destinados à produção do vaso do reator e de outros componentes pesados. É interessante fazer uma retrospectiva histórica deste ponto.

A partir de 1961 a C.N.E.N. (Comissão Nacional de Energia Nuclear) foi a principal entidade governamental a formular as primeiras consultas ao setor privado, objetivando determinar o que poderia e deveria ser adquirido nas fontes locais de produção. Na ocasião foi proposto um sistema de intercâmbio de informações, através do qual ambas as partes poderiam complementar os estudos sobre as possibilidades da indústria brasileira de equipamentos de base participar da construção da 1ª Usina.

A posterior criação da CBTN (Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear, antecessora da Nuclebrás) deu continuidade aos esforços desenvolvidos no sentido de promover a capacitação nacional para uma crescente participação no fornecimento de equipamentos para o programa nuclear. Dentro desta diretriz a CBTN e a Bechtel Overseas (empresa americana de engenharia) realizaram um estudo, concluído em 1974, onde foram inspecionadas 79 indústrias e investigada a possibilidade de fabricação nacional de mais 1400 componentes nucleares (8). Segundo o relatório, a capacidade da indústria brasileira atingia de 51 a 54% do custo total de fornecimento de materiais, equipamentos e serviços para uma central nuclear. Indicava ainda o relatório que, se adota medidas de aperfeiçoamento recomenda-

das, tal capacidade se elevaria a 61-64% numa 1.^a etapa (1975-1977) e a 66-70% em segunda etapa (1980-1982).

Entretanto, o índice de nacionalização previsto no âmbito do Acordo Nuclear foi de: *

Angra 2 e 3 - 30%

Usina 4 - 47%

Usina 5 - 60%

Usinas 6 e 7 - 65%

Usinas 8 e 9 - 70%

A discriminação por famílias de componentes nos mostra que certos equipamentos convencionais atingiram apenas entre 10% e 40% de nacionalização nas duas primeiras usinas, estando previstos para eles pequenos acréscimos nos índices de nacionalização. Isto pode ser observado no trecho que se segue, extraído do depoimento do Sr. Carlos R. Villares à CPI sobre o Acordo Nuclear já referido (9): "Nos contratos que Villares procurou manter com a KWU sobre turbinas e geradores, foi notória, na ocasião, a posição da KWU de que somente concordaria com uma pequena participação no fornecimento pela Villares, que foi considerada por nós como incompatível, não só com os nossos interesses, mas, principalmente, com os próprios interesses do país". De fato, a KWU pretendia um índice de nacionalização de 10% nas duas primeiras unidades que seriam encomendadas em 1976, aumentando gradativamente para atingir 30% apenas nas

* Os dados oficiais da KWU sobre o índice de nacionalização a ser atingido na produção de equipamentos, projeto, construção e montagem de centrais nucleares, após haver sido concretizado o processo de transferência de tecnologia podem ser observados nas Figuras 1 e 2.

duas últimas usinas a serem encomendadas em 1984 (usinas estas que entrariam em operação em 1990).*

O caso das bombas (a Villares manifestou interesse pela produção de bombas hidráulicas) também foi semelhante, uma vez que como pode ser constatado na Tabela IV.II a seguir, os índices de nacionalização previstos iam de 40% a 50%, isto é, as bombas principais nunca seriam fabricadas no Brasil (10). Grande parte dos componentes eletro-eletrônicos também seria suprida via importações como ilustram as Figuras 1 e 2. Não há indicações na figura nem no texto do qual ela foi extraída sobre a especificidade destes componentes. Há apenas uma breve referência ao fato de que os componentes a serem importados no futuro (uma vez consolidada a transferência de tecnologia) se restringiriam aos equipamentos muito especiais, para os quais a produção local seria antieconômica: "only very special equipment, for which local manufacture appears to be uneconomical, will have to be imported in the future" (11).

O processo definitivo para credenciar a participação das indústrias nacionais na fabricação dos componentes nucleares foi baseado em uma classificação decrescente em níveis de exigência de 1 a 5. Esta classificação é realizada pela NUCLEN e pela KWU. Os três primeiros níveis exigem que o fabricante seja avaliado tecnicamente pela NUCLEN, seja qualificado pelo IBQN (Instituto Brasileiro de Qualificação Nuclear) que é o órgão de supervisão técnica no programa nuclear brasileiro. Ao IBQN compete as atribuições que se seguem.

* Cronograma Inicial, hoje indefinido.

TABELA IV.2

PARTICIPAÇÃO NACIONAL NA PRODUÇÃO DE COMPONENTES

(%)

FAMÍLIA DE COMPONENTES	CENTRAIS NUCLEARES				
	Angra II e III	Nº IV	Nº V	Nº VI e VII	Nº VIII e IX
1) Grupo Turbo-Gerador	10	15	20	25	30
2) Componentes Pesados	-	70	100	100	100
3) Equipamentos Elétricos	85	87	90	93	95
4) Tubulação	15	20	25	50	65
5) Instrumentos e Controle	5	10	60	70	90
6) Bombas	40	45	47	50	50
7) Estruturas especiais de aço	100	100	100	100	100
8) Trocadores de calor	80	90	100	100	100
9) Ventilação, Ar Condicionado	100	100	100	100	100
10) Componentes especiais do Reator	-	10	30	40	50
11) Pontes Rolantes	100	100	100	100	100
12) Válvulas	10	20	30	40	50
13) Diversos	70	75	80	85	90
14) Tanques	90	100	100	100	100
CENTRAL GLOBAL	30	47	60	65	70

Quadro constante do Acordo de Acionista da NUCLEI, Cap. I - Item 1.5.

FIGURA 2

ESTRUTURA DA PRODUÇÃO DE COMPONENTES NUCLEARES POR TIPO DE EMPRESA, QUANDO DA CONSTRUÇÃO DAS DUAS USINAS NUCLEARES PREVISTAS NO P.N.B.

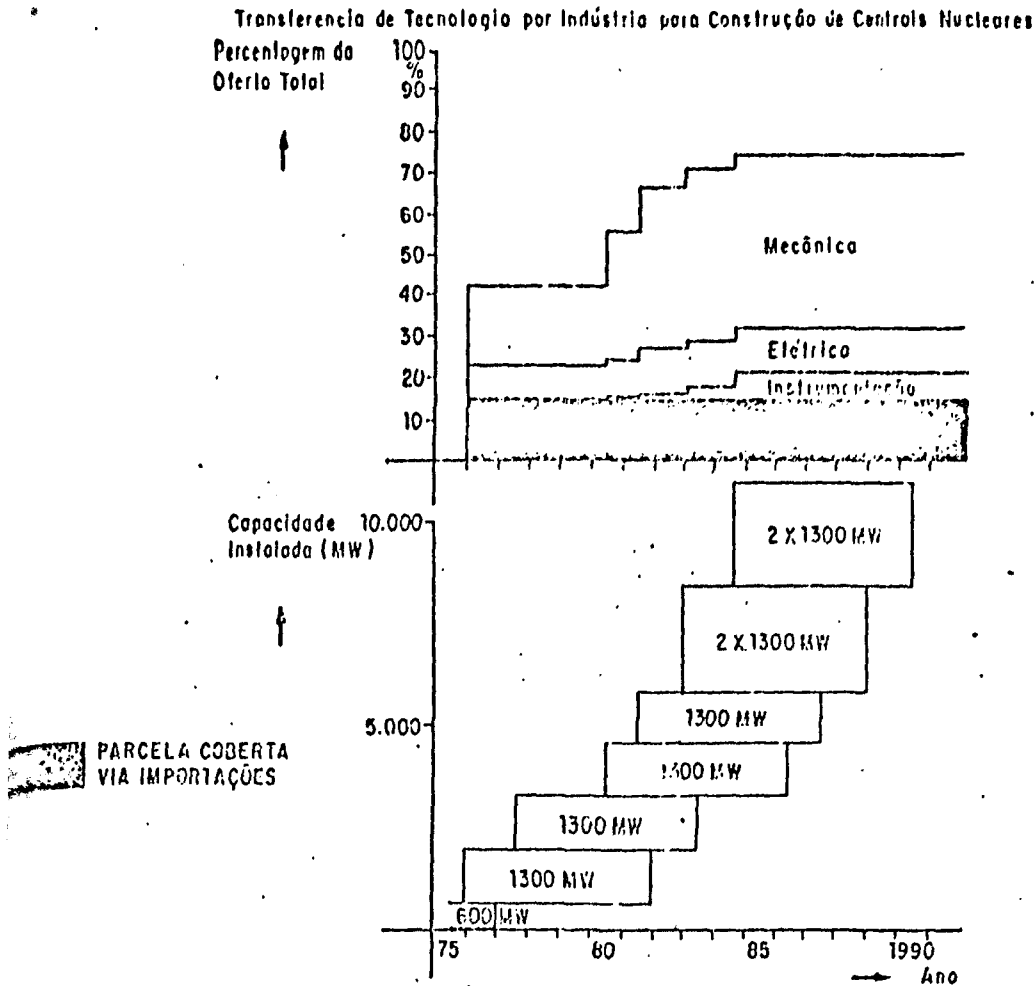


Fig. 1 - Evolução da Participação da Indústria Nacional na Produção de Componentes para o PNB.

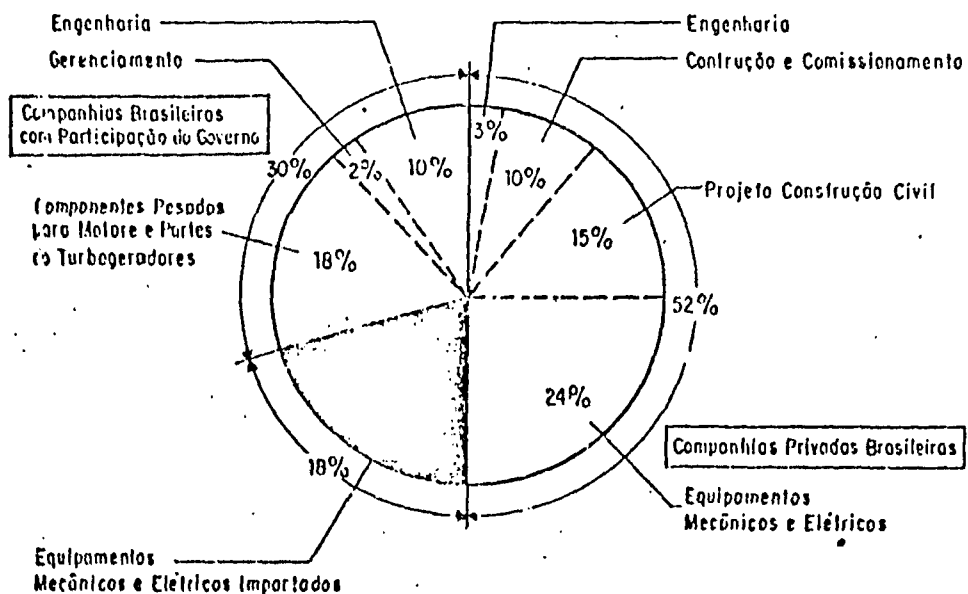


Fig. 2 - Estrutura da Produção de Componentes Nucleares por Tipo de Empresa, quando da Construção das duas últimas Centrais Nucleares Previstas no PNB.

Fonte: FRENCH, A & ALTVATER. Technology transfer by industry for the construction of nuclear power plants Annals of Nuclear Energy - 4 (6-8):235 - 248, 1977.

I - Realizar a análise e avaliação de projetos, procedimentos de fabricação e de testes funcionais e pré-operacionais.

II - Acompanhar ensaios de materiais e métodos de fabricação.

III - Acompanhar, no sítio, teste de construção e ensaios funcionais e operacionais.

IV - Participar do comissionamento das instalações nucleares.

V - Realizar inspeções em serviço, especialmente com relação aos sistemas, conjuntos e partes relacionadas com a segurança.

VI - Acompanhar alterações técnicas e reparos.

VII - Analisar danos resultantes de mau funcionamento, má operação, defeitos e acidentes.

VIII - Opinar sobre o descomissionamento das instalações nucleares, sobretudo na avaliação e fiscalização, e proteção radiológica do pessoal.

IX - Opinar sobre a qualificação de pessoal de operação e de manutenção.

X - Realizar análises, testes e inspeções de materiais e de equipamentos.

XI - Qualificar supervisores técnicos independentes e inspetores de controle de qualidade.

XII - Qualificar institutos e laboratórios para a realização de estudos, análises e ensaios, em suporte às suas atividades específicas.

XIII - Qualificar tecnicamente as entidades que possam fornecer serviços, materiais, partes e componentes, equipamentos e sistemas para as instalações nucleares e indústrias em geral.

XIV - Transferir para o país as técnicas e procedimentos relativos à garantia da qualidade e à tecnologia envolvida no controle desta qualidade.

A análise e a avaliação de projetos, sob o ponto de vista de segurança, são realizados como subsídio ao órgão licenciador (CNEN), na medida que o mesmo julgar necessário.

Os níveis 4 e 5 são excluídos da qualificação pelo IBQN, provavelmente por se tratarem de elementos convencionais cuja aplicação tem implicação remota sobre a segurança das instalações.

As etapas do processo de credenciamento são:

- 1) Relação dos possíveis fabricantes nacionais para um determinado componente (NUCLEN-KWU).
- 2) Visitas aos estabelecimentos industriais por técnicos do Departamento de Desenvolvimento Industrial (NUCLEN).
- 3) Relação final dos fabricantes que apresentaram condições técnicas satisfatórias.
- 4) Avaliação técnica aprofundada pela NUCLEN, principalmente no aspecto qualitativo.
- 5) Empresas aprovadas a participarem da concorrência do equipamento em questão.

Na fase 5 o departamento responsável tecnicamente pe

lo componente (NUCLEN) pede a qualificação pelo IBQN (até o nível 3) que exigirá uma série de outros pré-requisitos, destacando-se a garantia de qualidade. Tais pré-requisitos são bem mais amplos do que os sistemas de controle de qualidade, podendo implicar numa série de modificações internas da empresa, desde a redefinição da organização, até a descrição detalhada dos métodos de fabricação, bem como o acompanhamento dos ensaios de fabricação e ensaios do produto final. A influência do sistema de garantia de qualidade imposto pelo IBQN induz muitas vezes à completa remodelação do parque industrial do fabricante, que se vê obrigado a se reequipar com modernos aparelhos de controle.

A relação de fornecedores qualificados e em qualificação na época, bem como de subfornecedores encontra-se na Tabela IV.3

Ainda considerando a resposta negativa à participação da indústria nacional existente (no caso do Quadro 2 do Gráfico 2) cabe citar as modificações introduzidas pelo Programa Nuclear na estrutura industrial do Brasil. Em primeiro lugar, por ser de maior importância, está a NUCLEP - Nuclebrás Equipamentos Pesados, fundada com o objetivo de "projetar, desenvolver, fabricar e vender componentes pesados relativos a usinas nucleares e outros projetos energéticos". Entre estes componentes cabe destacar: vaso de pressão do reator; geradores de vapor; pressurizadores, acumuladores e a estrutura do núcleo. Estão previstos ainda: estrutura para armazenagem de elementos combustíveis, componentes para os turbo geradores, bombas para o circuito primário e a parte inferior do vaso do reator.

TABELA IV.3

PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO

RELAÇÃO DE FORNECEDORES

(Março/82)

EMPRESAS	EQUIPAMENTOS
<u>Qualificados</u>	
COBRASMA	Trocadores de calor
Sulzer Weise	Bombas
CONFAB	Vasos de pressão
Nuclep	Componentes pesados
<u>Em Qualificação</u>	
CONFAB (Difusão Tubos)	Tubulação
EBSE	Tubulação
IBRAVE	Válvulas
GEA	Trocadores de calor
TREU	Bombas
Jean Lientanac	Sistemas de lavagem de resíduos
Saurer	Sistemas de lavagem de resíduos
<u>Subfornecedores em Qualificação</u>	
Eletrometal	Forjados e barras
Aços Villares	Fundidos, barras e forjados
Vibasa	Barras e forjados
Conforja	Forjados
Na. Sa. Aparecida	Barras
Aços Anhanguera	Barras
Usiminas	Chapas grossas
Mannesmann	Tubos s/costura
Wiken	Tampas industriais
Zanini	Fundidos de aço
Thyssen	Fundidos de ferro e aço
FIBAM	Porcas e parafusos
A. Friedberg	Porcas e parafusos
Metaloc	Porcas e parafusos
Metal Inox	Porcas e parafusos
Dassena	Porcas e parafusos
Indupar	Porcas e parafusos
Persico Pizzamiglio	Tubos s/costura
ESAB	Eletrodos
TORSIMA	Eletrodos
ARMO	Eletrodos
UTP	Eletrodos
UTP	Eletrodos
LIPS	Fundidos de cobre
Eluma	Tubos de cobre
Termo Mecânica	Tubos de cobre
Norma	Porcas e parafusos
VIO	Porcas e parafusos
Forjaria São Bernardo	Forjados

FONTE: Depoimento Nuclen - Rep. Desen. Industrial - jan./82.

A posição crítica do setor privado, representado pela Associação Brasileira para o Desenvolvimento da Indústria de Base (ABDIB), quanto à NUCLEP é clara nas palavras de seu presidente. "A ABDIB manifestou (quando comunicado o início de geração da NUCLEP) sua apreensão à possibilidade da NUCLEP vir a operar em segmentos já plenamente atendidos, pelas empresas brasileiras (12).

O procedimento adotado pela NUCLEP precedendo à confecção do equipamento é a consulta ao setor privado quanto ao interesse deste em fabricá-lo. Caso a resposta seja negativa, a NUCLEP inicia a produção, caso seja positiva é feito um contrato com a empresa privada.

Quanto à expansão das indústrias privadas induzida pela possibilidade de fornecer equipamentos para o Acordo Nuclear, as informações são particularizadas por empresa. Adiante mostramos resultado de pesquisa que fizemos diretamente nas empresas. Segundo a ABDIB cabe destacar que o programa nuclear não foi o determinante da expansão pois o setor realizou nos últimos dez anos (1969-1979) investimentos maciços em novas instalações, em equipamentos e em desenvolvimento de recursos humanos e tecnologia, sob o respaldo do Governo através do BNDE, visando ao atendimento dos diferentes programas nacionais, inclusive o nuclear. Os investimentos realizados dentro do programa nuclear, a julgar pelas respostas ao questionário que enviamos e que analisaremos na Seção IV.8, refere-se não à ampliação da capacidade e sim ao aprimoramento do controle de qualidade, inclusive treinamento de mão-de-obra. Isto envolve equipamentos específicos como sistema de controle, raio X, etc...

IV.4 - Tipos de Cooperação Tecnológica

Passemos agora à definição do tipo de cooperação (item 3 do Gráfico 2). Esta resume-se a principalmente dois tipos: licença e joint-ventures.

Na análise dos dois tipos de cooperação tecnológica proposta no Acordo Nuclear Brasil/Alemanha, fica claro que, os acordos sob o título de licença, se referem principalmente às indústrias privadas nacionais, (ver Tabela IV.4) - a relação dos componentes, fornecedores e receptores de tecnologia), enquanto a cooperação sob a forma de joint-ventures se verifica mais nas empresas com participação do Estado. Isto pode ser facilmente verificado pelo quadro que nos mostra a estrutura montada para atender ao Programa Nuclear Brasileiro. Cabe aqui citar que a joint-venture para a produção de turbo geradores, a que o Sr. Carlos Villares se refere no trecho que transcrevemos de seu depoimento à CPI sobre o acordo nuclear, seria uma exceção à forma de cooperação entre empresas nacionais e internacionais no setor privado. O acordo que a Villares S/A e o grupo BBC Brown Boveri, de Baden, Suíça, e sua subsidiária nacional Indústria Elétrica Brown Boveri S/A, de São Paulo, estipula que as capacidades industriais das duas empresas brasileiras serão usadas em conjunto para a fabricação de turbogeradores, e que o Grupo Suíço colocará à disposição sua alta tecnologia e seu completo suporte técnico. Pelas informações contidas no mesmo depoimento, o acordo não foi levado adiante por motivos de interesse comercial, pois de todos os componentes nucleares a Kraftwerk Union apenas produz as turbinas, garantindo, portanto, seu mercado, com o aval do Governo Brasileiro.

TABELA IV.4
ACORDO DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA

COMPONENTE	RECEPTOR	FORNECEDOR
1 - Condensadores de superfície	COBRASMA	KWV
2 - Trocadores de calor	COBRASMA	Balcke Duerr
3 - Garantia de qualidade	COBRASMA	NJS
4 - Conformação a quente	CONFAB	Thyssen
5 - Vaso de contenção	CONFAB	Noell
6 - Clusos	CONFAB	Noeli
7 - Revestimento de poços e piscinas	CONFAB	Noell
8 - Sistemas de degaseificação, evaporação e processo	CONFAB	Luwa
9 - Estruturas de aço p/componentes primários	CONFAB	KWV
10 - Tanque de água de alimentação	CONFAB	Balcke Duerr
11 - Sistema de limpeza mecânica	Bardella	BAMAG
12 - Pontes rolantes	Bardella	Noell
13 - Isolamento térmico do vaso de pressão	Bardella/Barefame	Grunzweig & Hartmann
14 - Máquinas troca filtro	TREU	Thyssen - Henschel
15 - Bombas centrífugas verticais	TREU	Balcke - Duerr
16 - Silenciadores	TREU	Blohm & Voss
17 - Filtros	TREU	Atlantik
18 - Válvulas Borboleta de chapa soldada	Jaraguá	Bopp & Reuther
19 - Válvulas Gaveta e Retenção de chapa soldada	Jaraguá	Pott Hoff e Flume
20 - Válvulas Borboleta de chapa soldada	IBRAVE	Shmitz e Schulte
21 - Válvulas Gavete e Retenção de chapa soldada	IBRAVE	Preussaq
22 - Sistema de tratamento de água	FILSAN	Bran-Luebbe
23 - Sistema de tratamento de água	FILSAN	Thyssen - Água
24 - Sistema de ventilação e ar condicionado	CEBEC	Turbon - Tunzimi
25 - Juntas de expansão	Dinatécnica	Inka
26 - Válvulas de controle	Ermeto	Persta
27 - Serviços de pintura	Hernandes	Bagwell Coatings
28 - Serviços de pintura	Zanella	Peiniger
29 - Projeto Civil	Nuclen (Promon/Engevix)	Dyckerhoff y Widman
30 - Projeto para Tubulação	Nuclen (Promon/Natron)	Kraftanlagen

FONTE: Nuclen/KWV - situação em dez./81.

Nos acordos de licença, a empresa qualificada pelo IBQN, assina com a empresa fornecedora de tecnologia indicada pela NUCLEN, um contrato de transferência. Este contrato é enviado ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) que verifica a não existência de fornecedores nacionais do componente (equipamento) em questão. Caso se confirma a não existência o contrato é registrado. Em geral estes contratos obedecem à seguinte filosofia:

- O sistema de pagamento é feito por parcelas condicionadas ao cumprimento de atividades, destacando-se o envio de desenhos básicos.
- A empresa fornecedora de tecnologia se compromete a enviar técnicos à empresa contratante, e/ou esta se encarrega de enviar técnicos brasileiros ao exterior para acompanhamento do desenho básico.
- A empresa fornecedora se obriga a transferir a empresa nacional todas as inovações com respeito ao desenho, sendo que a empresa nacional se obriga a comunicar suas melhorias.
- A empresa fornecedora reserva-se o direito de aprovar o projeto de detalhamento realizado pela empresa nacional.
- Os técnicos estrangeiros prestam assistência tanto na fase de detalhamento do projeto quanto na fabricação, juntamente com os inspetores do IBQN, que são contratados pela NUCLEBRÁS.
- Existe um acordo de cavalheiros quanto à restrição de mercado, ou seja, a empresa nacional se compro-

mete a não exportar tanto a tecnologia recebido como os equipamentos decorrentes desta. Isto porque a instrução 1 do INPI proíbe qualquer tipo de acordos formais sobre restrição de mercado.

- As inovações serão testadas pela empresa fornecedora e só depois as adaptações serão comunicadas à empresa nacional.
- As normas técnicas geralmente utilizadas são as dos países fornecedores, no caso, em geral, a Alemanha.

Uma leitura rápida deste tipo de acordo de cooperação tecnológica pode levar à conclusão errônea de que nele estão assentadas as bases para a viabilização de um processo de real transferência de tecnologia. Cada um destes tópicos deve ser, entretanto, analisado cuidadosamente, para cada empresa em particular, a fim de que possa ser confirmada ou não a impressão inicial. Não basta a referência vaga a treinamento de técnicos na empresa ou no exterior, é preciso determinar a eficiência deste treinamento. Não basta afirmar que há técnicos da empresa acompanhando o desenvolvimento e a adaptação da tecnologia na empresa fornecedora é preciso determinar quantos técnicos é significativo para viabilizar o processo; quais são seus níveis de qualificação, e novamente, a eficiência deste processo de acompanhamento. Não basta afirmar que o sistema de pagamento da tecnologia é feito por parcelas condicionadas ao cumprimento de atividades, se estas atividades são avaliadas pelo envio de desenhos e documentos da empresa fornecedora de tecnologia e se não há garantias de que estes desenhos e documentos sejam devidamente processados e "digeridos" pela em-

presa compradora. Finalmente, não basta afirmar que a empresa compradora de tecnologia terá acesso a todas as inovações realizadas na concepção do projeto dos equipamentos, após haverem sido testadas pela empresa fornecedora, que terá liberdade para manter segredo sobre as adaptações e transformações que realizará no projeto inicial, se não há garantias de sua capacidade de processar estas informações e de realizar estas transformações.

Não estamos minimizando a importância da fase produtiva, propriamente dita, no processo de transferência de tecnologia, considerada neste tipo de acordo na inspeção e assistência de técnicos da empresa fornecedora ao detalhamento do projeto dos componentes e na fabricação dos mesmos. Queremos apenas ressaltar que a transferência de tecnologia no que concerne à concepção do projeto destes componentes e do processo de produção dos mesmos só se efetiva a partir da compreensão da teoria e do exercício da prática envolvida nesta concepção. E isto pressupõe o investimento na implementação de infra-estrutura adequada para este fim, seja através da instalação de departamentos de pesquisa e desenvolvimento às instituições de pesquisa existentes no país. Sem dúvida, isto não ocorreu em grau compatível com a dimensão pretendida para o Programa Nuclear.

Para acordos de joint-venture, embutidos no acordo nuclear, a estrutura prevista é esquematizada no Gráfico III.1. No que se refere ao suporte técnico à transferência de tecnologia, a joint-venture é diferente dos contratos de licença, devido ao maior grau de complexidade envolvido no processo. Em linhas gerais, entretanto, tanto a concepção do treinamento de

mão-de-obra, quanto aos acordos de assistência técnica e do suporte às adaptações no projeto das centrais nucleares, nos equipamentos e em alguns insumos básicos, obedecem à mesma filosofia dos "acordos de licença". Valem portanto, os questionamentos realizados acima.

IV.5 - Participação da Engenharia Básica de Centrais Nucleares

A participação da engenharia básica (item 4 Gráfico 2) no processo de transferência de tecnologia é de fundamental importância para sua realização prática. Isto porque é nela onde são realizadas as principais adaptações ao mercado interno, ou seja, como vimos anteriormente, todo o projeto básico é desenvolvido levando-se em consideração a base de recursos existentes na região. Quando tal projeto é transferido para outras regiões faz-se necessário, portanto, adaptá-lo às novas condições.

Isto envolve basicamente duas etapas distintas. A primeira é quanto à capacidade nacional de desenvolver o próprio projeto básico, que engloba todas as fases de produção de componentes de construção e operação das usinas nucleares, considerando-se desde a estrutura industrial nacional até a base de recursos internos. A segunda é a própria adaptação do projeto básico importado às condições locais.

Segundo informações colhidas, a estratégia adotada no Acordo Nuclear Brasil-Alemanha prevê, gradativamente, a passagem da segunda etapa à primeira, onde estaria alcançada a autonomia nacional no que se refere à construção de usinas. A joint-venture responsável pela engenharia é a NUCLEN (Nuclebrás

Engenharia) que possui a atribuição de desenvolver o projeto básico para construção de usinas, bem como de adaptá-lo (tropicalização do projeto) aos recursos internos. A NUCLEN participa também de outras áreas do ciclo nuclear como por exemplo estudos de reprocessamento.

As limitações de tal esquema, que restringem a expansão das atividades da NUCLEN são basicamente 3 (três).

- A primeira refere-se aos cargos chaves de diretoria que são ocupados por alemães e certamente controlam o desenvolvimento do projeto.
- A garantia e a responsabilidade técnica é da KWU, o que de um lado pode ser positivo, mas de outro inibe modificações de iniciativa da NUCLEN.
- A terceira e última limitação é a visão desintegrada da engenharia por processo e/ou equipamento que é passada para a Nuclebrás, ou seja, não há uma visualização do projeto como um todo, onde os efeitos e o encadeamento das várias etapas envolvidas na construção e na operação de usinas nucleares são estudadas e analisadas.

Torna-se necessário ressaltar que as três limitações citadas acima não são independentes. Elas são resultado de acordos políticos que envolvem importâncias significativas de recursos monetários (contrato NUCLEN-KWU durante 15 anos atinge o valor de D.M. 100.000.000,00).

As principais alterações processadas no projeto básico enviado pela KWU situam-se em áreas estruturais, tais como: suporte do núcleo do reator, lay-out, etc. e na substituição de

insumos. Esta última é motivada principalmente pelas reivindicações do setor privado produtor de equipamentos, que recebe financiamento da FINAME. Assim as empresas apelam à NUCLEN para receberem suporte técnico para as substituições de insumos e para interceder junto aos fornecedores de tecnologia. O procedimento é sempre submetido à aprovação da KWU e aos testes do IBQN. Alguns destes testes são realizados no CDTN (Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear em Belo Horizonte).

Existe também um convênio entre a NUCLEBRÁS e a FINEP que prevê o desenvolvimento de pesquisas em substituição de insumos, adaptações e desenvolvimento de tecnologia. Não se tem notícia dos resultados, se é que existem, deste convênio.

Quanto à possibilidade de desenvolvimento de pesquisas nas próprias indústrias privadas, vários fatores atuam para sua inibição, entre estes cabe citar:

- Concessão por parte da NUCLEBRÁS de uma reserva de mercado para as grandes empresas (Cobrasma, Confab, Bardella) ou seja àquelas que teriam condições financeiras para criar um Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento.
- As grandes empresas não têm interesse em produzir equipamentos fora de série sem que lhes seja assegurada a reserva de mercado. Certamente cada equipamento exige um projeto de características únicas e resultaria em um aumento significativo da demanda por projetos.

Estes aspectos transcendem à questão da engenharia estritamente e relacionam-se ao tipo de participação que tem

as empresas nacionais no programa nuclear e a forma pela qual, internamente, a indústria brasileira vê a chamada transferência da tecnologia nuclear. Para verificar isto realizamos uma pesquisa em várias indústrias cujos resultados são analisados na Seção IV.8.

IV.6 - Formação Técnica e Científica e de Recursos Humanos no Brasil e Programa Nuclear Brasileiro

"No Brasil há um desbalanceamento entre estudos teóricos e práticos. A educação científica é dissociada da prática produtiva. Há poucos técnicos especializados e eles não são valorizados (em termos de gratificação salarial). Numa sociedade voltada para a tecnologia, não deveria haver distinção entre engenheiros e técnicos". (13)

Por um lado esta distinção reflete o nível relativamente baixo de conscientização da classe operária, como um todo, de seu papel no processo de desenvolvimento do país, uma vez que os movimentos por ela organizados não são suficientemente "fortes" para se traduzirem em reivindicações no sentido de alterações da política de gratificação salarial. Por outro lado, ela reflete uma visão equivocada do papel do técnico especializado no processo produtivo, uma vez que não são suficientemente estimulados os cursos de especialização de mão-de-obra de nível não universitário. Esta questão nos remete a um outro aspecto que merece ser analisado: a mesma sociedade que privilegia a formação universitária em detrimento da "prática", não valoriza a pesquisa.

Há poucos estímulos ao desenvolvimento da pesquisa

aplicada à atividade produtiva, e a pesquisa "pura" anível das ciências humanas e, em menor grau, das ciências técnicas, é encarada ou com desdém ou de modo paternalista (como se se tratasse de proteger os "poetas" da ciência), mas de qualquer forma é tomada como um setor distante do palco onde se verifica a luta pela sobrevivência e o lucro. Aparentemente, privilegia-se a formação "técnica-teórica" e a formação científica em geral, mas nega-se o papel da pesquisa científica no desenvolvimento do corpo de conhecimentos "técnicos-teóricos". Esta aparente contradição encontra sua explicação no caráter pouco criativo das atividades produtivas nacionais. Não há tradição de criação e absorção de tecnologia. O que se verifica, na grande maioria dos casos é a adaptação de métodos e técnicas de produção, desenvolvidos no exterior, sem a preocupação com seus princípios e fundamentos ou seja, com a absorção de tecnologia. Desta forma, não é sentida a necessidade de integração entre a pesquisa de tecnologia do país e aplicação desta tecnologia.

A formação científica reflete e reproduz, num processo cíclico o "deslocamento" entre a atividade produtiva e a pesquisa, obscurecendo a importância desta última no processo de desenvolvimento tecnológico nacional.

"As pesquisas desenvolvidas nas universidades são realizadas de forma desordenada, motivadas pelo interesse pessoal do pesquisador e interrompendo-se muitas vezes quando este se afasta da instituição... A manutenção dos equipamentos nos laboratórios é deficiente e há carências muitas vezes de mão-de-obra especializada para operar estes equipamentos, alguns dos quais caríssimos. (14)

Isto sem mencionar a carência de verbas para a compra de livros, material de consumo não-durável e as deficiências que nelas se verificam na infra-estrutura de serviços gerais.

As universidades sobrevivem num ambiente hostil e sua deficiente base científica só é desenvolvida em alguns grupos de pesquisa, interessando ao setor produtivo, com raras exceções, apenas a capacitação em operação de equipamentos, a operacionalização de modelos desenvolvidos em outros países, e a organização e gerenciamento do processo produtivo. Ou seja, o desenvolvimento de capacidade de mando e a transmissão de alguns conhecimentos técnicos básicos.

Voltando ao papel da pesquisa científica no Brasil, nos valem da opinião de um outro cientista por nós entrevistado, a qual evidencia o seu "deslocamento" do setor industrial: "talvez o que esteja faltando seja uma ponte entre os conhecimentos básicos e a aplicação destes conhecimentos. Os centros de pesquisa não são chamados a participar do processo; não são desafiados com problemas práticos". (15) Estabelecer esta ponte (16) é exatamente o papel da ciência aplicada. Nossas carências decorrem pois, em grande parte do papel pouco significativo aqui representado pelo setor de pesquisa aplicada. E aqui nos permitimos uma breve digressão: a quem caberia fortalecer o setor de ciências aplicada no país, já que o setor produtivo nacional com raras exceções dentre as quais sobressaem - se as empresas estatais, ou se conforma com seu papel dependente na economia internacional, ou não dispõe de recursos para investir nesta área?

Retomando a questão do "deslocamento" entre a pesquisa e a atividade produtiva observamos que, por um lado obscurece e por outro explica uma outra particularidade do setor de pesquisa científica no Brasil: a desintegração das diversas instituições dela encarregadas, terminando por resultar no desperdício do potencial criativo da interação de informações e, em casos extremos, na duplicação de esforços. Esta situação absurda num país carente de recursos, especialmente no que se refere à pesquisa científica, deve ser analisada à luz da política técnico-científica implementada no país. Não se observa nessa política uma orientação forte no sentido de privilegiar a integração das instituições de pesquisa. Aparentemente estamos diante de uma contradição, já que estas instituições são, em sua maior parte, financiadas pelo Estado, através de órgãos de auxílio à pesquisa, e seria lógico considerar que se lhes reconhece a utilidade e delas se espera, em conjunto, o melhor rendimento. Entretanto, uma análise mais cuidadosa nos leva a especular se esta contradição não se explicaria a nível do modelo político do país. Neste caso, caberia questionar se:

i) esta "liberdade" que dispõem as instituições para aplicar seus poucos recursos nas linhas que lhes interessam em particular, não reflete o desdém com que elas são consideradas pelos órgãos financiadores do Estado; isto é, o desdém com que a pesquisa é considerada, já que, deslocadas da prática produtiva suas atividades cristalizavam-se em poucos benefícios para esta última?

ii) o que se espera delas não seria a legitimação do processo de desenvolvimento dependente do país, por um lado ca

lando vozes potencialmente divergentes, através da dotação de verbas para as suas pesquisas particulares, e por outro lado utilizando-se como atestado da preocupação do Estado pela criação e desenvolvimento de ciência e tecnologia nacionais para a sociedade?

A análise do caso particular do programa nuclear brasileiro permite abordar de forma mais concreta estas questões.

Quanto à formação de recursos humanos no PNB a estrutura montada para a formação de pessoal habilitado para atuar na área nuclear foi dividida em dois grandes grupos: especialização de profissionais de nível superior a ser desenvolvida em universidades do país e do exterior, e formação prática operacional para profissionais de nível médio e superior a ser desenvolvida na prática produtiva; "on the job training".

Para o primeiro grupo os órgãos encarregados da coordenação e apoio do processo de formação de pessoal foram a Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, e a Nuclebrás. Esta última apenas no caso da realização de cursos de curto prazo a serem desenvolvidos nas universidades, objetivando conjugar a orientação prática nos campos profissionais de atuação à aquisição de conhecimentos na área nuclear. A CNEN foi encarregada a coordenação e apoio da formação de pessoal à nível de mestrado e doutorado especializados na Área Nuclear.

Quanto às tarefas do segundo grupo, foram outorgadas à responsabilidade exclusiva da Nuclebrás, através de treinamento direto, no país ou no exterior.

Estes princípios de orientação constam no documento elaborado pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTRH/75), ing

tituído em 08/09/75,* que serviram de base para a orientação do Programa de Formação de Recursos Humanos para o Setor Nuclear, o PRONUCLEAR, criado em 07/07/76, através do Decreto nº 77.977.

Inicialmente o PRONUCLEAR previa a formação de 10.000 profissionais de nível médio e superior até 1985. Estas estimativas foram reajustadas na medida em que foram sendo dilatados os prazos do PNB, totalizando 7.200 profissionais até 1990, segundo revisão realizada em 1980, e 4.250 até 1985, segundo revisão realizada em 1982. A primeira previsão da Nuclebrás, apresentada no Simpósio de Cooperação Nuclear na UFRJ em 1975 era de 3.255 profissionais até 1985. Como vemos os números variam muito.

As estimativas oficiais sobre a formação e demanda de recursos humanos habilitados a atuar no setor nuclear eram relativamente otimistas se comparadas com outras estimativas realizadas na época. O Relatório da Comissão Especial da Sociedade Brasileira de Físicos (SBF) sobre absorção de tecnologia e formação de recursos humanos no PNB, (17), por exemplo, previa para um modelo de inovação tecnológica comparável ao dos países avançados, a formação de cerca de 16.000 profissionais, dos quais aproximadamente 2.500 (18%) constituídos de pessoal científico de nível superior. Para um modelo menos ambicioso, de transplante da indústria nuclear, a comissão previa a forma

* Constituída por membros da CNEN, da Nuclebrás, do Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento (CNPq) e do Departamento de Assuntos Universitários do MEC; sob a orientação da Secretaria Geral do Ministério das Minas e Energia, com a participação de representantes da Secretaria-Geral do Conselho de Segurança Nacional.

ção de 5.200 profissionais, dos quais cerca de 1.400 (27%) seriam constituídos de profissionais de nível superior.*

As estimativas recentes sobre o número de profissionais demandados para atuação no setor nuclear, podem vir a se constituir em temas de divergências nas análises sobre a transferência de tecnologia no PNB. Não é este aspecto da questão, entretanto, que vem despertando polêmica e sim os aspectos qualitativos do processo de formação em si.

A formação de recursos humanos é um tema extremamente rico nos debates sobre a questão da tecnologia no PNB. No seu desenvolvimento as opiniões se polarizam e o seu significado ambíguo se define a nível do discurso, permitindo que se manifestem claramente as diferentes concepções dos processos de criação e transferência de tecnologia dos debatedores. Assim, por um lado, o discurso oficial privilegia o treinamento prático de pessoal através do estabelecimento de programas conjuntos entre as empresas estrangeiras e brasileiras envolvidas nos contratos de transferência de tecnologia, negligenciando a integração deste treinamento à formação técnico-científica básica, e, portanto, evidenciando a crença de seus defensores em um processo de transferência de tecnologia definido através da superfície - as unidades produtivas - com fracas interações com base do processo - a formação acadêmica. Aqui cabe a denominação de absorção de tecnologia, anteriormente colocado, no lugar da absorção comumente utilizada.

* A Comissão estimava que um programa de transplante da indústria nuclear uma percentagem maior de profissionais é engajada em instituições de pesquisa e órgãos governamentais.

O discurso crítico, por outro lado, sem negar o papel do treinamento de pessoal nas unidades produtivas, enfatiza como condição essencial, para viabilizar o processo de transferência de tecnologia, a integração destes programas de treinamento à formação acadêmica, propondo a conjugação de esforços de universidades, centros de pesquisa e empresas, na busca de um caminho comum, tornando clara a visão de um processo de criação e transferência de tecnologia solidamente fundamentado e com fortes interações entre a sua base e a superfície.

Transpor a etapa da análise dos discursos e avaliar concretamente o processo de formação de recursos humanos não é tarefa fácil, devido à pouca informação sobre o treinamento de pessoal desenvolvido pelas empresas nucleares. A avaliação oficial destes programas privilegia o enfoque quantitativo, centrando-se no número de técnicos já qualificados, por área de atuação, faltando detalhes sobre a concepção destes processos de qualificação. As poucas análises qualitativas sobre o nível de competência interna procedem de antigos membros dos corpos técnicos e gerenciais de algumas destas empresas, incompatibilizados com a direção imprimida ao seu processo decisório.

Estas análises concentram-se nos programas de treinamento desenvolvidos pela Nuclen, encarregada do projeto das centrais nucleares no Brasil (em associação com a KWU) e caracterizam-se pela veemência das críticas com relação a eles. (18) Entretanto, ainda que extremamente valiosas, essas análises são pontuais, não permitindo uma avaliação conclusiva sobre o processo em seu conjunto. Para tanto seria necessária uma investigação criteriosa dos documentos existentes sobre o assunto

tarefa hoje impossível, mas que esperamos ser realizada no futuro.

Quanto à concepção do processo de formação acadêmica básica no âmbito do PNB, as análises críticas são mais claras e permitem uma avaliação mais concreta.

A primeira objeção que se coloca releva falhas manifestadas no aspecto da formalização do programa de treinamento. O PRONUCLEAR não estimula a formação de engenheiros nucleares, negligenciando a especificidade deste profissional e da situação da tecnologia nuclear. A caracterização da demanda de profissionais para o setor é extremamente rígida e privilegia a formação profissional básica a nível de graduação em detrimento da função a ser exercida na prática produtiva.

As falhas manifestadas a nível da formalização do programa de treinamento de profissionais para o setor nuclear têm raízes mais profundas. Elas se originam no distanciamento entre meios acadêmicos e os órgãos de decisão do PNB. O PRONUCLEAR procura orientar o perfil dos profissionais a ingressarem em cursos de formação de pós-graduação segundo a sua qualificação profissional básica, através da política de fornecimento de bolsas de estudo, interferindo nos processos de seleção efetuados pelas instituições de ensino e demonstrando subestimar o fato de que o processo de formação a nível de pós-graduação confere ao profissional uma personalidade própria, que agrega elementos de sua formação a nível de graduação mas que não é por ela determinada.

A relação entre a política nuclear e a formação acadêmica é uma questão antiga. As primeiras reflexões sobre es-

te tema datam de 1975, e constam do documento elaborado pela Comissão Especial de Estudos da SBF para tratar da transferência de tecnologia no Acordo Nuclear, já citado. (17) Para tornar viável um processo de absorção criativa de tecnologia recomendava esta comissão que o fortalecimento dos cursos teóricos em campos a fins à energia nuclear se desenvolvesse de forma integrada à aplicação prática dos conhecimentos obtidos, coligando esforços das universidades, centros de pesquisa, órgãos governamentais, empresas privadas e estatais envolvidas no PNB, na pesquisa de um projeto comum. Ressaltava esta comissão, ademais, a importância de desenvolver estudos e pesquisas em áreas essenciais não consideradas no Acordo Nuclear, destacando-se neste caso os estudos para a viabilização do projeto e construção de um reator nacional para servir de "escola" de criação de tecnologia, ao estudo de processos alternativos de enriquecimento de urânio, particularmente por ultracentrifugação e por "laser".

Na concepção do Programa Nuclear Brasileiro, entretanto a integração dos esforços da universidade, empresas e órgãos governamentais não é um objetivo perseguido. O caso nuclear não se constitui numa exceção à regra que rege a formação técnica e científica no país: o deslocamento das atividades teóricas de ensino na prática produtiva.

Tomando por base o Documento de Avaliação e Perspectivas da Formação de Recursos Humanos na Área de Engenharia Nuclear, (19) observa-se que a participação das universidades e dos centros de pesquisa não ligados à Nuclebrás é muito restrita. Para a execução do Programa Nuclear Brasileiro foi montada no país a seguinte organização estrutural: (20)

- 1) A implementação do Programa Nuclear Brasileiro é de responsabilidade da Nuclebrás e suas subsidiárias, através da construção de centrais nucleares de potência, de instalações industriais, de enriquecimento isotópico e de reprocessamento, entre outras atribuições.
- 2) A fiscalização, o controle de qualidade, a responsabilidade da segurança de reatores e o licenciamento das usinas são encargos da CNEN, além de financiar a pesquisa, através de projetos específicos.
- 3) A operação das centrais nucleares e a utilização da energia elétrica por elas geradas são, na região sudeste e sul-centro-oeste onde elas estão localizadas, atribuições de Furnas Centrais Elétricas, que ainda desenvolve pesquisas em suas áreas de interesse.
- 4) A formação de recursos humanos, dentro da política do Prô-Nuclear, é competência dos centros universitários que juntamente com os institutos de pesquisas desenvolvem ainda pesquisa científico-tecnológica. (21).

No que toca a pesquisa e projetos (item 2) esta participação é condicionada a um eventual interesse da CNEN por projetos específicos. Não se percebe a intenção de convocar a comunidade científica para discutir a orientação a ser dada ao ensino e à pesquisa. Esta impressão é confirmada mais adiante no mesmo documento: "Pode-se verificar atualmente que existe

um desequilíbrio entre o último setor (o item 4) e os demais, que transparece na sua participação reduzida no Programa Nuclear Brasileiro. Assim sendo, há um número considerável de pesquisadores ligados aos institutos de pesquisa e aos centros formadores que, de maneira geral, não estão tendo as suas potencialidades efetivamente utilizadas dentro do Programa Nuclear Brasileiro". (22).

Prosseguindo na análise do documento observa-se que esta desintegração não se manifesta apenas ao nível da prática produtiva e da formação de recursos humanos. Ela pode ser notada também no que se refere à pesquisa realizada fora da Nuclebrás: "As diversas áreas de pesquisa do campo nuclear carecem entretanto de um programa explícito de metas para o setor. É necessário que na definição de tal programa, haja participação de todas as instituições de pesquisas existentes no país, incluindo os diversos grupos universitários envolvidos".

(23) Existe no país, disseminado em várias instituições, um considerável acervo em equipamentos que poderia, após supridas lacunas, vir a constituir um conjunto integrado e consciente que aliado a um corpo de pesquisadores, em parte já disponível nos institutos e universidades, representaria a infra-estrutura experimental necessária do Programa Nuclear Brasileiro".

(24)

Mais adiante no mesmo documento (19) são abordados a carência de recursos das instituições de ensino e pesquisa (não ligadas à Nuclebrás) e os reflexos desta carência sobre as citadas instituições. O trecho que se segue ressalta o alijamento da comunidade científica do Programa Nuclear e é uma evidência clara do absurdo envolvido na concepção de um programa bi-

lionário de transferência de tecnologia que menospreza e nega recursos justamente à base do processo de transferência de tecnologia - a formação de recursos humanos. "Cada um dos centros formadores (de recursos humanos) * possui um esquema próprio de apoio financeiro, sendo que a característica comum é a insuficiência dos recursos orçamentários, o que condiciona a vida da instituição à existência de recursos extra-orçamentários.. os diversos cursos de pós-graduação têm sido mantidos com recursos extra-orçamentários, provenientes principalmente da FINEP, como apoio institucional, acrescido de algum recurso esporádico para fins específicos de projeto (oriundo da CNEN e do CNPq)... Deve-se ressaltar que, embora os custos de pós-graduação sempre tenham contado com recursos extra-orçamentários (renovados a cada biênio), esses recursos têm sido reduzidos ao longo dos anos, o que tem acusado certa perturbação no ritmo e mesmo na continuidade de pesquisa em andamento... Isto repercute de maneira negativa no ambiente de pós-graduação, gerando insegurança no corpo docente e causando uma degradação da atmosfera científica, que foi construída, com muito esforço ao longo dos anos". (25)

Na conclusão deste documento são reiteradas as recomendações da Comissão de estudos da SBF, no sentido do projeto e construção de um reator de pesquisa nacional para servir de "escola" à criação de tecnologia, e a pesquisa em processos de enriquecimento de urânio alternativos ao jato centrífugo proposto ao Acordo Nuclear.

Os anos se passaram e as reivindicações não se alte-

* Nota do autor.

raram, o que significa que tampouco se alteraram as necessidades do que as defendem. Ora, ou acreditamos estar diante de um inusitado caso de xenofobia e exagerada teimosia por parte dos pesquisadores na área nuclear, ou admitimos que tempo e recursos foram dispendidos sem que a pesquisa progredisse consistentemente, e que, como observa Cerqueira Leite, (26) "comprando a roda" e "queimando etapas" ainda estamos a pé no domínio nuclear.

IV.7 - Infra-Estrutura de Apoio do Desenvolvimento de Tecnologia

Este tema já foi abordado quando tratamos do item anterior. Ressaltamos aqui, entretanto, alguns aspectos que atingem mais de perto o setor industrial, como a normalização, o padrão de qualidade dos bens produzidos e os métodos empregados para garantir este padrão de qualidade (controle de qualidade).

"O desenvolvimento de infra-estrutura de apoio (ao setor industrial) no Brasil é lento. Não há organização, e a normalização e o controle de qualidade são ineficientes". (26) "Para garantir o desenvolvimento tecnológico real, a normatização é de suma importância. A tradição brasileira é fraca neste sentido. As áreas em que temos experiência de normas são as que desenvolvemos tecnologia própria: tecnologia de concreto (engenharia civil) e, em menor escala, nas áreas de produção e distribuição de energia elétrica. Nas demais áreas não temos um complexo coerente de normas, porque compramos pacotes tecnológicos de origens diferentes, sem tentar "digerí-los", analisá-los, compreendê-los, adequá-los à nossa realidade". (27)

Assim, as empresas encarregadas do projeto de produção de equipamentos sofisticados, onde a qualidade e a precisão são por vezes exigências de segurança (como é o caso dos equipamentos destinados às usinas nucleares, por exemplo), pautam-se em normas e padrões estrangeiros, criando-se um problema para a sua compatibilização com os produtos produzidos nas outras empresas. Em parte refletindo a questão da normatização e em parte refletindo a questão do padrão de qualidade dos bens produzidos, manifesta-se a desarmonia que se verifica entre os diversos subsectores do setor industrial brasileiro: aqui as grandes empresas são muitas vezes levadas a produzir componentes intermediários aos sistemas de equipamentos que produzem, para garantir sua qualidade dentro das especificações requeridas, enquanto que nos países industrializados, elas geralmente se encarregam apenas da montagem destes sistemas de equipamentos, ou da produção de seus componentes. Ou seja, as empresas brasileiras tendem a ser mais integradas na fabricação (28), dispersando esforços e comprometendo assim sua competitividade. Ademais, à luz da análise introdutória aqui desenvolvida, a interação entre informações delas procedentes tende a ser fraca e o seu potencial criativo para a geração e desenvolvimento de tecnologia tende a ser reduzido, se comparado aos países industrializados.

Enfocando a questão num caso particular, o Programa Nuclear Brasileiro, é possível analisá-la mais concretamente. (29)

Ao menos numa primeira etapa, as empresas capazes de participar do Programa Nuclear são restringidas a uma fração reduzida do setor industrial: as empresas que operam segundo

os padrões de produção requeridos ou se dispõem e estão qualificadas a promover as alterações necessárias para adequá-los, e que se propõem a dispender esforços no sentido da produção de componentes intermediários aos bens por elas produzidos. Estas empresas são selecionadas segundo um critério rigoroso, a julgar pela declaração que se segue: "A Nuclen elabora uma lista de possíveis fabricantes para um determinado equipamento (ou componente, ou conjunto de equipamentos). Estes fabricantes em potencial são visitados por uma equipe do departamento do desenvolvimento industrial da empresa. Os que são considerados aptos nesta primeira avaliação, são submetidos a uma nova avaliação mais rigorosa, da qual participam também membros das equipes técnicas da Nuclen, sendo então selecionadas as que serão qualificadas pelo IBQN (Instituto Brasileiro de Qualificação Nuclear) e entrarão em fase de concorrência para a fabricação controle e garantia de qualidade do produto, exigindo, ocasionalmente algumas modificações". (30)

Este procedimento garante a qualidade dos equipamentos nacionais destinados a usinas nucleares e induz a transferência de parte da tecnologia envolvida na sua produção: os métodos de fabricação, de organização da produção, e de controle de qualidade. Não garante, entretanto a transferência da tecnologia básica de concepção dos mesmos. Para tanto, seria necessário que as empresas investissem em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia própria, interagindo com as instituições de pesquisa existentes no país, (31) a um ritmo definido pela capacidade de absorção de tecnologia do conjunto "EMPRESA-CENTROS DE PESQUISA", ou seja, seria necessário que se fortalecessem e se harmonizassem as relações entre o setor produtivo e o

setor de pesquisas científicas. E aqui cabe questionar se no Programa Nuclear Brasileiro há mecanismos capazes de induzir o desenvolvimento de pesquisas básicas na concepção de componentes e equipamentos para usinas nucleares, de forma integrada à produção dos mesmos, sejam estes mecanismos considerados a nível da política interna da empresa, sejam considerados a nível da política científica e tecnológica para o setor. A questão é complexa e não nos atrevemos a desenvolvê-la aqui. Apresentamos apenas informações adicionais para reflexão.

O processo de participação previsto para a indústria brasileira no programa nuclear (regime de encomendas de equipamentos fora de série e em escala reduzida) não se constitui em estímulo indutor à realização de investimentos necessários para viabilizar esta participação em sistema de concorrência. Desta forma, a garantia para a participação das grandes empresas nacionais, as únicas que se qualificam para produzir equipamentos complexos e sofisticados e que dispõem de recursos para investir na sua produção, foi obtida através da reserva de mercado, cabendo às demais empresas a produção de componentes simples e tradicionais. Mas a simples participação das empresas nacionais no Programa Nuclear não garante seu interesse no desenvolvimento de tecnologia básica de concepção dos equipamentos. Ademais, a forma em que esta participação foi prevista atua de certo modo como um fator desestimulante do processo, já que:

i) o custo da tecnologia importada pode ser incorporado ao preço dos equipamentos aqui produzidos, não havendo incentivos à redução dos custos no mercado interno;

ii) não há, e o que tudo indica não haverá, concorrentes às empresas já credenciadas para a produção dos equipamentos e sistemas;

iii) os investimentos requeridos para o desenvolvimento de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia talvez sejam por demais elevados dada a escala de produção prevista no Programa Nuclear Brasileiro;

iv) os prazos estabelecidos para o desenvolvimento de projetos e produção de equipamentos e construção de instalações produtivas, não foram definidos em consonância com os prazos requeridos para a absorção da tecnologia básica envolvida nestas atividades.

Nas economias de mercado, um dos estímulos ao desenvolvimento de tecnologia na indústria é a concorrência entre empresas a nível nacional e internacional. Ora, se a concorrência para a produção de componentes para o programa nuclear brasileiro foi praticamente eliminada no mercado interno, ainda que seja precipitado afirmar que o estímulo "concorrência entre empresas" neste mercado tenha sido anulado (uma vez que a tecnologia absorvida para a produção de componentes específicos ao setor nuclear pode ser incorporada à produção de componentes destinados a outros setores industriais), a análise imediata nos leva a inferir que ele sofreu um processo de enfraquecimento. Para opinar com mais segurança, seria necessário, entretanto, aprofundar o estudo sobre a forma de incorporação destas tecnologias específicas a outras áreas que não a nuclear.

Prosseguindo na linha de reflexão sobre os mecanis-

mos indutores à transferência de tecnologia no Programa Nuclear Brasileiro, uma questão presente na análise sobre a capacidade tecnológica da indústria nacional em componentes nucleares é a perspectiva de atendimento do mercado externo. Mesmo sem entrar no mérito da viabilidade, da forma que se verificaria esta participação, ou de seus possíveis estímulos à transferência de tecnologia, cabe questionar até que ponto uma política que se propõe a efetivar o processo de absorção e desenvolvimento de tecnologia num país do 3º mundo pode confiar em estímulos que extrapolam sua área de atuação, ou seja, estímulos provenientes da concorrência entre empresas no mercado internacional.

IV.8 - Análise da Pesquisa Realizada Junto às Empresas Privadas

Foram mandados questionários (Anexo I deste capítulo) para as empresas credenciadas, constantes da Tabela IV.5, como fornecedoras de equipamentos no ano de 1982. A Bardela S.A., não constava como credenciada, estando então em processo de qualificação, mas foi por nós investigada, em uma visita realizada em maio de 82. As informações então colhidas estão analisadas adiante neste item.

Dos 31 questionários enviados, 9 foram respondidos pelas empresas de número 1, 11, 16, 17, 19, 22, 25, 27 e 29. Destas empresas apenas as de nº 1, 25 e 29 são de capital nacional. As demais são filiais ou associadas a empresas internacionais.

Seis empresas declararam que possuem departamento de pesquisa e desenvolvimento: as de número 11, 16, 19, 25, 27 e 29. O investimento destas empresas em pesquisa e desenvolvimento com relação ao seu faturamento líquido está discriminado por faixas na Tabela IV.6.

A grande maioria das empresas pesquisadas possui departamento interno de treinamento de pessoal para aperfeiçoamento dos profissionais de nível médio.

É comum o envio de técnicos de nível superior ao exterior para treinamento com base na produção de equipamentos para o PNB, mas sem se restringir a esta atividade. As principais regiões de destino declaradas para o envio destes técnicos foram:

Alemanha Ocidental	25, 22, 11, 16
Suíça	22, 16
Suécia	11
Japão	1, 29
EUA	1, 16, 25
China	1
Inglaterra	16
Itália	16
Europa Ocidental (genérico)	1
América Latina (genérico)	1

Há preferência à contratação de técnicos estrangeiros para ministrar cursos ou equivalentes.

TABELA IV.5

Nº	EMPRESAS	EQUIPAMENTOS
01	Aços Anhanguera	Barras
02	A. Friedbey	Peças e parafusos
03	Armeo	Eletrodos
04	Basserra	Peças e parafusos
05	Gobrasma	Trocador de Calor
06	Confab	Vasos de pressão/tubulação
07	Confarja	Forjados
08	Ebse	Tubulação
09	Eletrometal	Forjados e barras
10	Eluma	Tubos de cobre
11	Esab	Eletrodos
12	Fiban	Peças e parafusos
13	Forjaria São Bernardo	Forjados
14	Gea	Trocador de Calor
15	Ibrave	Válvulas
16	Metala	Peças e parafusos
17	Metalinox	Peças e parafusos
18	Nema	Peças e parafusos
19	Nikem	Tampas industriais
20	Nuclep	Componentes pesados
21	Persico Pizzamiglio	Tubos sem costura
22	Sulzer Weise	Bombas
23	Termo	Tubos de Cobre
24	Thyssen Fundições	Fundidos de ferro e aço
25	Treu	Bombas
26	Usiminas	Aços grossos
27	UTP	Eletrodos
28	VID	Peças e parafusos
29	Villares Ind. Base	Fundidos, barras/forj.
30	Williamson	Tubos sem costura
31	Zanini	Fundidos de aço

TABELA IV.6
INVESTIMENTO EM PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO

<u>% SOBRE O</u> <u>FATURAMENTO</u> <u>LÍQUIDO</u>	<u>EMPRESAS</u>
0,5 a 2	29, 22
2,1 a 4	11, 25 e 27
4,1 a 10	16
não investem	1, 17 e 19

Quanto às relações entre empresas e institutos de pesquisas brasileiros, os mais citados foram:

INSTITUTO DE PESQUISA	EMPRESAS
IPT	16, 29, 22, 1
UNICAMP	16
CITA	29

Os serviços mais comuns prestados por estes institutos referem-se a: teste de materiais, utilização de instalações e, ocasionalmente intercâmbio de mão-de-obra e encomendas de pesquisas. Houve reclamações quanto ao atendimento dos serviços. Dentre elas destacam-se: o excesso de exigências formais e a demora no atendimento dos pedidos. Colocou-se também em suspeição a capacitação dos institutos de pesquisa brasileiros para a realização de testes mais sofisticados.

Com relação especificamente ao PNB, os itens analisados foram: investimentos na produção, recursos humanos e transferência de tecnologia.

a) Investimentos

Para atender às encomendas do programa nuclear, 5 empresas realizaram investimentos e 4 não.

EMPRESAS QUE REALIZARAM INVESTIMENTOS	TOTAL DO INVESTIMENTO (Cr\$)
11	12.500.000,00 (6/82)
29	160.561.000,00 (5,82)
27	5.000.000,00 (6/82)
25	45.000.000,00 (1979) + US\$ 115.000
22	70.000,00

Destas 5 empresas, duas (22 e 29) empresas afirmam ter tido garantia para remuneração deste investimento, mas não especificam ou julgam que a garantia é participar no mercado nuclear. Já a empresa nº 25 investiu com base nas encomendas, garantindo, portanto, sua remuneração.

Sobre a necessidade de importar equipamentos, quatro (27, 11, 25, 8) responderam afirmativamente, sendo que apenas 1 (25) gozou de tratamento privilegiado, do tipo isenção de taxas e financiamento.

Esta mesma empresa (25); também foi a única que declarou que houve intervenção por parte da NUCLEBRÁS ou outro órgão envolvido no Programa Nuclear no sentido de facilitar estas importações, via decreto-lei 1630.

Cinco empresas investiram em organização da produção (22, 27, 25, 19 e 11), sendo que em todas elas se verificaram maior sofisticação tecnológica no controle de qualidade.

b) Recursos

- A criação de novos empregos, pelo Programa Nuclear, se deu em apenas 1 empresa (25). O programa, na verdade, em vez de aumentar o número de empregados, serviu para manter o mesmo número, já que a recessão atingia outras linhas de produção.
- O nível de qualificação da mão-de-obra não difere das linhas de produção anteriores. O que se nota é a maior atenção ao controle de qualidade e ao controle de projeto.
- É consenso pelas respostas, que existe disponibilidade interna de mão-de-obra. A grande maioria das empresas possuem um departamento de treinamento interno que visa aperfeiçoar o trabalhador de nível médio.
- Apenas uma única empresa (10) declarou que a NUCLEBRÁS participa do Programa de Formação de Recursos Humanos via PRONUCLEAR.

c) Transferência de Tecnologia

- 1) Apenas 4 empresas declararam que não houve associação para a produção de componentes (19, 1, 17, 29), ou seja, a tecnologia é nacional, mas são produtos de tecnologia simples.

Quanto às demais, temos:

- A empresa 25 realizou contratos de cooperação técnico-industrial, aprovado pela NUCLEN/INPI e BANCO CENTRAL DO BRASIL.

- As empresas 27, 22, 11 e 16, recebem a tecnologia de suas matrizes no exterior.

Nos contratos de transferência de tecnologia das empresas acima há plena liberdade para inovar e/ou aperfeiçoar o projeto e estes aperfeiçoamentos são comunicados às matrizes sendo o mesmo incorporado ao patrimônio da empresa. No caso das empresas nacionais não há cláusulas que obriguem a comunicação das "inovações" "à fornecedora de tecnologia".

Basicamente não existem problemas de adaptação de normas técnicas utilizadas pela fornecedora de tecnologia e sim dificuldades ocasionais de compatibilização para a especificação de matérias-primas e componentes intermediários.

É consenso também que existe interesse por parte das empresas para substituir insumos importados por nacionais. Nos itens mais delicados, entretanto, os testes dos "substitutos" são realizados no exterior, pela fornecedora de tecnologia.

Quanto às dificuldades para que isto ocorra podemos distinguir dois tipos. O primeiro é a garantia de qualidade e o segundo é a compatibilização entre normas estrangeiras e as nacionais, se bem que nenhuma das duas são excludentes quanto à substituição.

Com exceção do sistema de isolamento do vaso de pressão, cuja a produção está a cargo da Bardella, os equipamentos para o programa nuclear são de utilização extensiva a diversos outros setores industriais, com pequenas modificações. O que os distingue é a maior rigidez no controle de qualidade.

Cinco empresas (22, 27, 25, 19 e 11) investiram em organização da produção.

Quanto à participação no desenvolvimento dos projetos (perguntas de 23 a 27 do item III do Anexo) as respostas são coerentes com as anteriores, ou seja, se a empresa assinou um contrato de transferência de tecnologia ela afirma participar do desenvolvimento do projeto de equipamentos que pretende absorver. Entretanto, poucas especificaram o número de técnicos enviados ao exterior; os estágios do processo de produção a que seu treinamento foi destinado, ou sua função na empresa brasileira. Todos os técnicos enviados ao exterior possuem cursos superiores e falam inglês ou alemão.

Embora a amostragem seja reduzida, algumas conclusões podem ser extraídas da pesquisa:

- 1) Aparentemente foram criados poucos empregos diretos através da produção de equipamentos para PNB.
- 2) A produção de componentes sofisticados foi viabilizada através da importação de tecnologia; esta sistemática parece ser prática comum nas empresas pesquisadas.
- 3) As informações não nos permitiu avaliar se há realmente absorção da tecnologia para projeto dos componentes para o PNB. Entretanto elas indicam que há absorção de tecnologia de produção (know-how) e que houve maior sofisticação no controle de qualidade das empresas.
- 4) As relações entre as empresas e instituições de pesquisas brasileiras são fracas. Poucos serviços são requisitados para testes na produção de componentes sofisticados.

- 5) Aparentemente são canalizados esforços para a substituição de insumos importados.
- 6) A existência de um conjunto de normas severas não demonstrou representar problema maior para as empresas.
- 7) É razoável a participação das empresas que possuem departamento de P & D no universo pesquisado, destacando-se neste caso as empresas transnacionais. Entretanto, não dispomos de maiores informações sobre estes departamentos para opinar sobre eles.
- 8) Quanto à versão das empresas sobre os benefícios dos acordos de transferência de tecnologia, as informações coincidem com algumas apontadas por Fabio ERBER* et al em sua pesquisa isto é:
 - a) possibilidade do acompanhamento contínuo do progresso tecnológico através da ligação com a empresa estrangeira;
 - b) expansão das atividades da empresa nacional para linhas de equipamentos mais sofisticados;
 - c) desenvolvimento do corpo técnico da empresa para atender a maior sofisticação da fabricação dos novos equipamentos;
 - d) disponibilidade de abertura à exportação pela ga-

rantia do aval técnico do fornecedor de tecnologia.

- 9) Não transparece da análise dos questionários que a transferência da tecnologia se dê no sentido mais profundo definido por nós anteriormente - o da aquisição da capacitação para conceber projetos novos autonomamente - restringindo-se à reprodução dos projetos e à fabricação.

Faltou na nossa pesquisa uma análise como esta de empresas da "joint venture" Nuclebrás - KWU, das quais não obtivemos dados diretos. Usamos, no entanto, como base para uma análise crítica, apresentada na seção seguinte, um documento que avalia a transferência de tecnologia, pela própria KWU.

IV.9 - Avaliação da Nuclebrás - KWU sobre a transferência de tecnologia

A KWU publicou uma avaliação sobre a transferência de tecnologia no Acordo, em Novembro de 1983, (35) que é ilustrativa da visão interna da implementação da estratégia que analisamos neste capítulo. Em muitos pontos esta visão se aproxima da Nuclebrás, embora não seja exato atribuir a Nuclebrás um ponto de vista monolítico especialmente após a mudança de sua presidência do Ministro Paulo Nogueira Batista para o Engenheiro Dario Gomes.

Estes pontos de aproximação, naturais entre duas empresas que se associam em uma "joint-venture", são evidenciados quando comparamos o texto desta avaliação, que resumimos a seguir, com alguns aspectos colocados por dirigentes da

Nuclebrás, (36) no depoimento à CPI, no debate que resumimos no Capítulo III deste trabalho.

As atividades de serviço de engenharia, as quais se relacionam diretamente à venda de tecnologia, tem ganho importância crescente na KWU. (37) A proporção de produtos de sua própria fabricação nas centrais por ela contratados e planejados tem caído, enquanto a participação dos seus serviços de engenharia sobe. Estes serviços, segundo a referência (37) frequentemente incorporam conhecimentos do processo de fabricação a cargo das sub-contratantes dos equipamentos. Sempre incluem o projeto básico, a garantia de qualidade, o comissionamento e a gerência do projeto.

A complexidade da central e o acesso limitado devido à exposição à radiação requerem o uso de robot, de ferramentas de controle remoto, o que dá uma idéia da tecnologia de ponta envolvida: tudo isto se dá na Alemanha.

A KWU tem alocado mais da metade do seu capital destinado à engenharia nuclear e quase todo o seu gasto em pesquisa e desenvolvimento à área de serviços de engenharia.

A relevância econômica desta área a coloca no organograma da KWU em estreita ligação com a de "marketing".

A KWU considera que a sua cooperação com a Nuclebrás se enquadra no código de conduta proposto pela ONU para a transferência de tecnologia (Figura 3). Apesar da subjetividade da aferição do cumprimento de princípios gerais, discordamos de que, por exemplo, sejam cumpridos itens como abandono de dependência econômica, reconhecimento de igualdade, fornecer infor-

mações completas, pelo que se depreende da nossa pesquisa.

A transferência de tecnologia segundo o esquema da KWU se daria de acordo com três conceitos básicos.

- ela se dá através de um programa de construção de reatores;
- baseia-se numa cooperação continua a longo prazo, de pessoa a pessoa;
- ocorre gradualmente.

Mais de uma vez a avaliação da KWU enfatiza que a transferência da tecnologia e o programa de construção de reatores formam uma unidade, indicando o condicionamento que esta belece de que seja construída um certo número de reatores.

Reconhece ser "tecnologia" uma expressão vaga, que significa mais do que "uma mera aglomeração de desenhos, tabelas e descrições", no que coincide com nossa abordagem nas seções anteriores.

Algumas informações sobre o processo de transferência são dadas nas Figuras 3, 4 e 5 e na Tabela III.7.

Como exemplo do funcionamento deste processo é dito que a NUCLEN deverá executar para as duas primeiras centrais 50% dos serviços, correspondendo aos projetos de 91 dos 113 sistemas mecânicos, sem entretanto especificar quais são e qual sua hierarquia em importância. A NUCLEN projetaria todos os sistemas mecânicos nas duas unidades consecutivas e, ao fim, nas unidades seguintes projetaria também o sistema de reator. É, no entanto, explícito que para isto trabalharão especialis-

tas da KWU por um prazo prolongado de tempo para haver uma responsabilidade conjunta com os engenheiros brasileiros.

O texto da KWU distingue a "absorção da tecnologia" da sua "nacionalização", que, segundo ela, se dará em paralelo através da adaptação às condições locais, citando como exemplos a consideração de normas brasileiras, requisitos de órgão licenciados brasileiro; matérias-primas nacionais e meios disponíveis na indústria nacional. Os dois primeiros pontos são obviamente automáticos em qualquer caso de implante industrial estrangeiro no país, por força da lei.

Como exemplos concretos de êxito, ao ver da KWU, deste mecanismo são citados:

1º) A fabricação da parte inferior do vaso de pressão do reator argentino de Atucha II na NUCLEP (que está quase ociosa no que toca o programa brasileiro, pois os equipamentos de Angra II e III foram em grande parte importados da Alemanha por força do contratado, dentro da linha de gradualismo da participação nacional).

2º) A fabricação da primeira recarga de Angra I na Fábrica de Resende (restrita entretanto à parte mecânica e de montagem das pastilhas de UO_2 , com o urânio enriquecido no exterior, nos tubos de Zircaloy também importados).

3º) Mais de trinta acordos de licença e cooperação entre firmas alemãs e a indústria privada brasileira, a qual participa dos fornecimentos para Angra II, tais como ponte rolante de 500 t (Bardella), 448 segmentos de 7 t de aço para a esfera de contenção (CONFAB), trocadores de calor e separador de umidade e reaquelador, de 230 t (COBRASMA).

Segundo o documento da KWU, da construção de uma úni-
ca central nuclear na Alemanha participam cerca de 700 empre-
sas, número este não avaliado no caso das empresas brasilei-
ras, mas que pelos dados disponíveis é muito inferior no caso
de Angra II. As limitações aqui apontadas como críticas à ava-
liação da KWU são melhor entendidas pelo exame das condições
em que se dá a "absorção" da tecnologia importada, a qual, pe-
la sua superficialidade, seria mais apropriadamente denominada
de "adsorção de tecnologia".

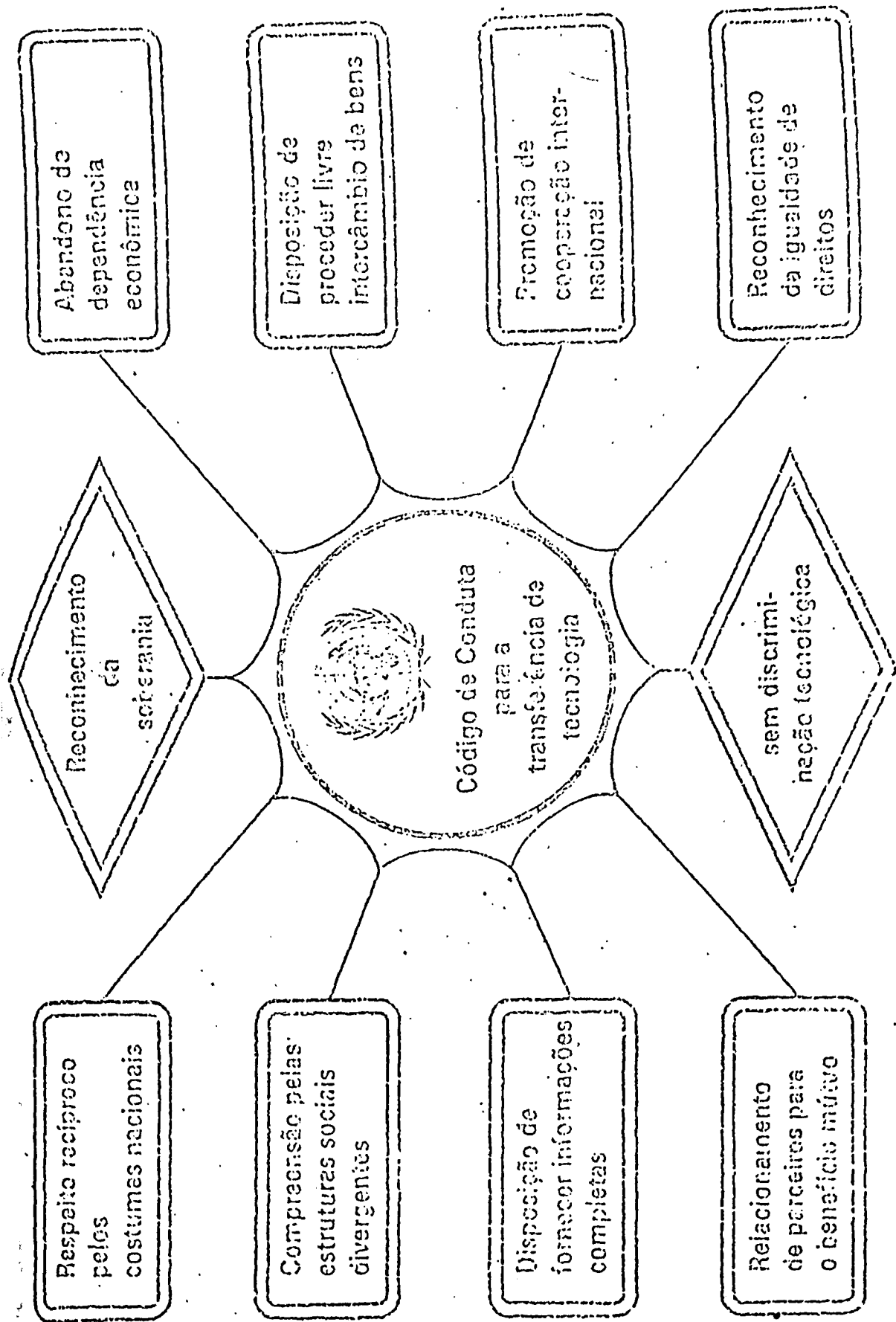
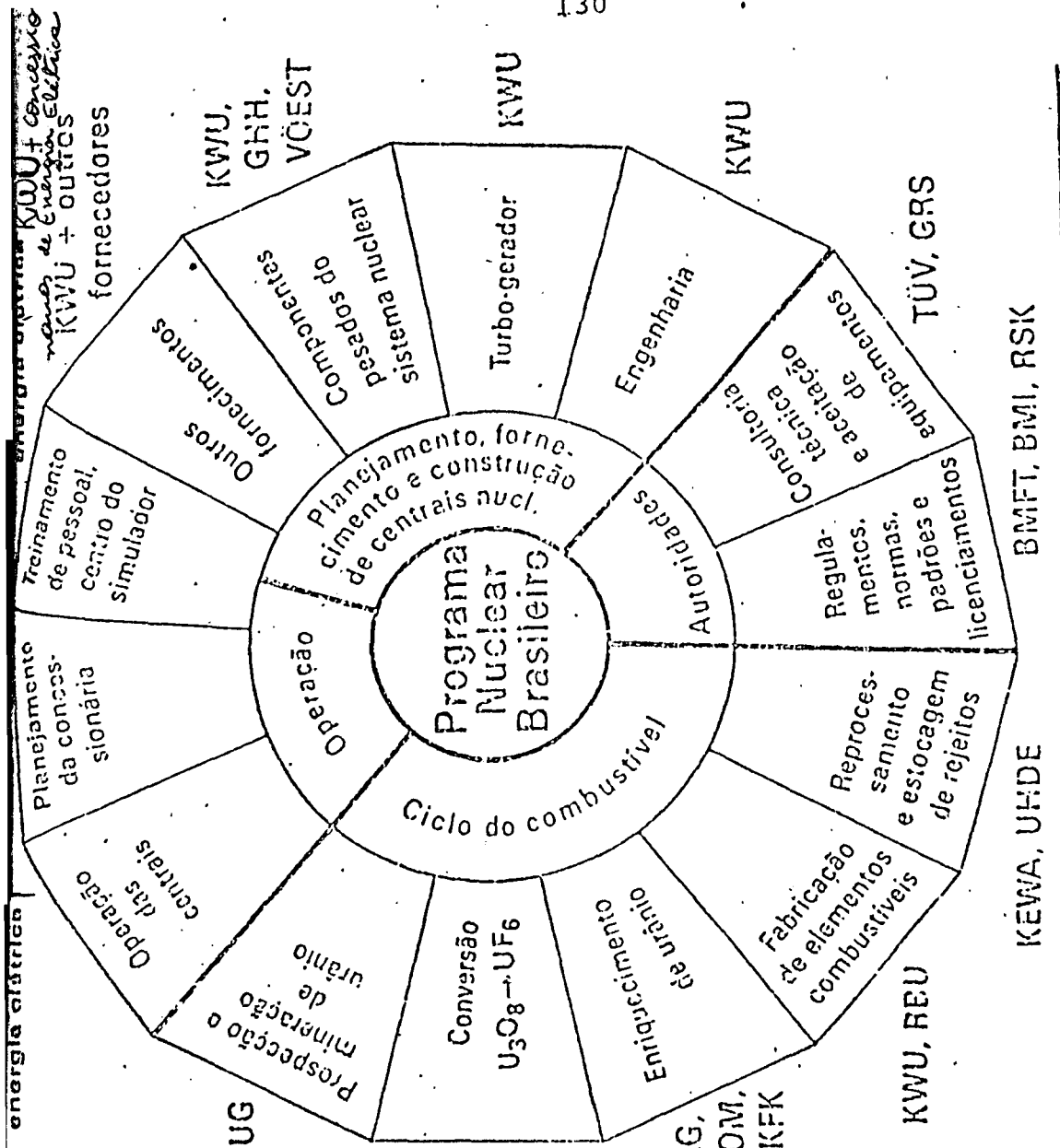


Fig. 3 Código de Conduta para a transferência de tecnologia conforme

preparado pelas Nações Unidas



- GHH: Gutehoffnungshütte Sterkade AG
- VÖEST: Vereinigte Österreichische Eisen-und Stahlwerke-Alpine Montan Aktiengesellschaft
- TÜV: Technische Überwachungsvereine
- GRS: Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH
- BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie
- BMI: Bundesministerium des Innern
- RSK: Reaktor - Sicherheitskommission
- KEWA: Kernbrennstoff-Wiederaufarbeitungs-technik GmbH
- UHDE: Friedrich Uhde GmbH
- RBU: Reaktor-Brennelement Union GmbH
- STEAG: STEAG AG
- INTERATOM: Interatom Internationale Atomreaktorbau GmbH
- KFK: Kernforschungszentrum Karlsruhe
- UG: Urangesellschaft mbH

Fig.4 Infra-estrutura do Programa Nuclear Brasileiro e cooperação Brasil-Alemanha

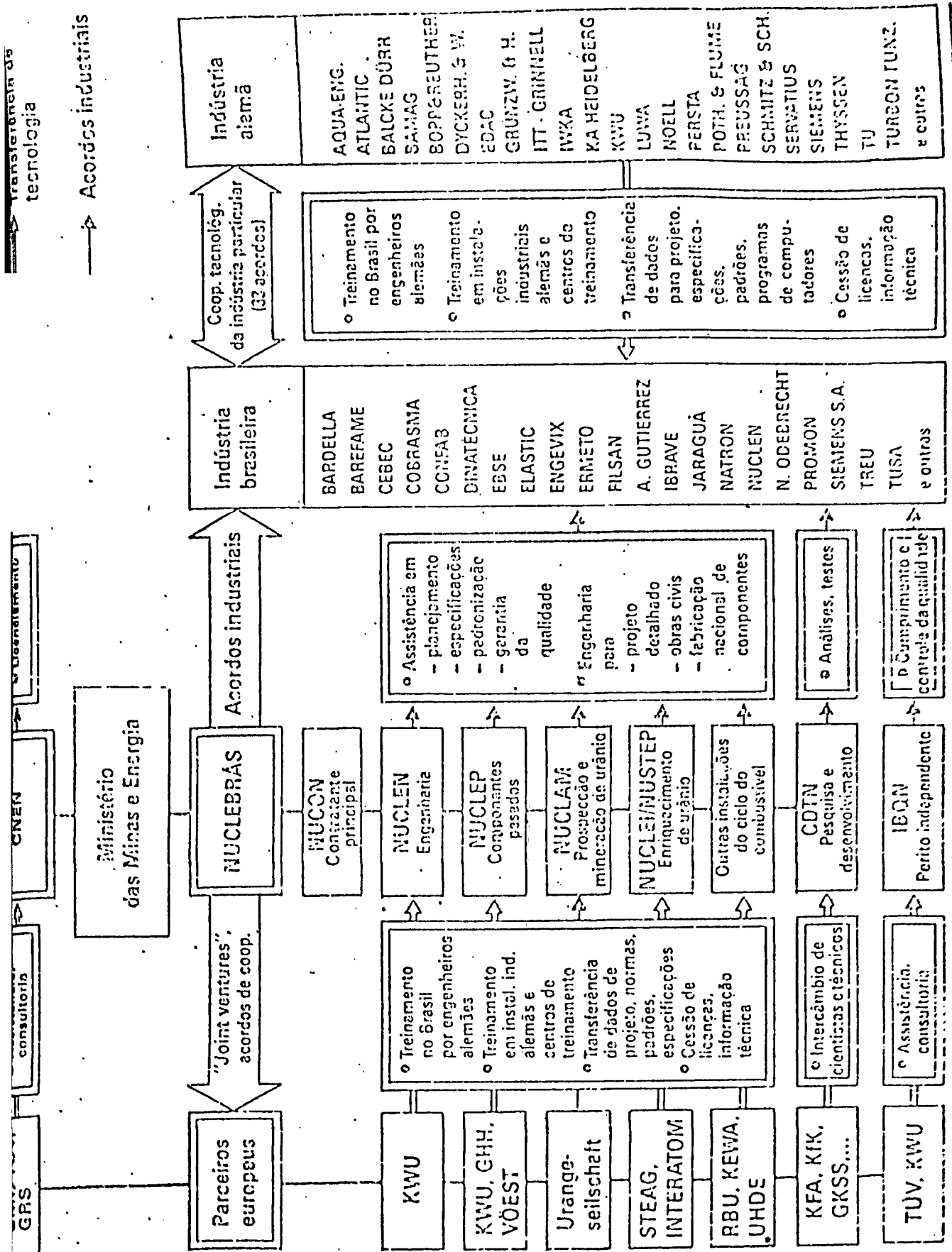


Fig 5 Estrutura da cooperação técnico-brasileira na transferência de tecnologia

TREINAMENTO DE CIENTISTAS E TÉCNICOS BRASILEIROS NA ALEMANHA NO ÂMBITO DO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO

TABELA III.7

(Situação em maio/82)

OBJETO	PARCEIRO BRASILEIRO	PARCEIRO ALEMÃO	TREINAMENTO REALIZADO ATE MAIO DE 1982 (Homens-Ano)
Engenharia	NUCLEN	KWU	200 (total previsto: 300)
Fabricação de equipamentos pesados	NUCLEP	Gutehoffnungshuette (GHH) Vöest Alpine (VAL) KWU	120
Fabricação de elementos combustíveis	NUCLEBRÁS	KWU, RBU	120
Enriquecimento de Urânio	NUCLEI	INTERATOM, STEAG Centro de Pesquisas Nucleares de Karlsruhe	75
Programa PRONUCLEAR	CNEN (coordenação) Universidades Instituições	Centro de Pesquisas Nucleares de Juelich (coordenação), universidades instituições	100
			615 homens-ano

Notas e Referências do Capítulo IV

- (1) Ver Erber, Fábio S. Araújo, José Tavares e outros, Absorção e Criação de Tecnologia na Indústria de Bens de Capital, versão preliminar, FINEP, Rio de Janeiro, 1973.
- (2) Baer, Werner, A Industrialização e o Desenvolvimento Econômico do Brasil, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1979, p. 313.
- (3) Maculan, A. M. e Cruz Filho, Murilo. Propriedade Industrial e Transferência de Tecnologia: Alguns Efeitos de Legislação para a Empresa Nacional, pesquisa empreendida pela Superintendência de Planejamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - SUP/CNPq, em fevereiro de 1980; ver p. 19 e 22.
- (4) Maculan e Cruz Filho desenvolvem esta questão. Para o setor de bens de capital, mais diretamente envolvidos no Programa Nuclear Brasileiro, e que portanto nos interessam mais de perto, há trabalho excelente de Fábio Erber, José Tavares de Araújo et al, que desenvolve também esta questão. Ver "Absorção e Criação de Tecnologia na Indústria de Bens de Capital", Fábio Stefano Erber, José Tavares de Araújo Junior e outros, FINEP, Rio de Janeiro, 1973.
- (5) op.cit.
- (6) Segundo Maculan e Cruz Filho, op.cit., p. 46, "a forma básica de contratação de tecnologia com o exterior se faz, conforme os próprios resultados da pesquisa, fundamentalmente através dos contratos de Fornecimento de Tecnologia Industrial e de Cooperação Técnico-Industrial, contratos estes identificados como assistência técnica".
- (7) Maculan e Cruz Filho, idem, identificam este fluxo de informações como capital da empresa fornecedora de tecnologia, mesmo nos casos em que ela não é acionista da empresa nacional. Eles afirmam que: "a remuneração do capital estrangeiro, entendida como uma parcela do valor que retorna aos países desenvolvidos, não necessariamente está substanciada na hipótese jurídica da necessidade de participação acionária no capital da empresa, pois o controle, vale dizer a propriedade do conhecimento de parcelas importantes do produto final, passa a impor a empresa nacional - ou ter o aceite desta sem maiores problemas - periodicamente, a assinatura de um acordo de know-how, contrato este que está remunerando igualmente a propriedade de tecnologia do grupo multinacional, isto é, o seu capital", p. 51. Nesse sentido, o fluxo monetário seria a remuneração deste capital da empresa estrangeira, aqui encarada como "sócia informal" da empresa nacional.
- (8) Relatório da CPI do Senado, Volume IV, p. 200.
- (9) Acordo de Acionista da NUCLEI, Cap. I, item 1.5; V. Milton Cabral. A Questão Nuclear, Vol. III, p. 132 (Senado, Brasília, 1983).

- (10) Carlos R. Vilarés, depoimento na CPI do Senado em 9/10/79. Anais do Congresso.
- (11) A. Frewer et al, Technology Transfer by industry for the construction of Nuclear Power Plants, Annals of Nuclear Power Energy - 4 (6 - 8) 1977, p. 235.
- (12) Waldir Gianetti, depoimento na CPI do Senado em 18 e 26/9/1979, Anais do Congresso.
- (13) Depoimento prestado na nossa pesquisa por Richard Arno Muller, engenheiro mecânico, do Institut for the Atom Development of Nuclear Research Center", em Karlsruhe, RFA, em 13/12/81. O Professor Muller veio ao Brasil através do Prô-Nuclear, para trabalhar no projeto e montagem de aparelhagem industrial relacionada com segurança de reatores nucleares.
- (14) Idem.
- (15) Depoimento prestado na nossa pesquisa por Jair Melo, engenheiro e professor do Departamento de Engenharia Nuclear da UFMG em 28/06/82.
- (16) A "ponte" entre a ciência básica e a prática produtiva existe, mas sua concepção é distorcida pelo peso exageradamente elevado que é dado à interação com a exterior. A troca de informações processadas em realidades diversas é estimulante para o desenvolvimento da ciência. Entretanto, como os centros de pesquisas são pouco estimulados a resolver problemas concretos aqui colocados, praticamente não se processa a troca, apenas a absorção, a assimilação de informações processadas nas sociedades industrializadas. Contribuímos para a solução de questões que ainda não se colocaram em nossas sociedades, esquecendo-nos de que questões que nos são prementes.
- (17) A participação dos Físicos no Programa Nuclear Brasileiro, Relatório da Comissão Especial da Sociedade Brasileira de Física, Boletim da Sociedade Brasileira de Física nº 6, outubro, 1975.
- (18) Dentre estas análises merecem destaque a de Joaquim de Carvalho, ex-diretor da Nuclen. Como consta em seu depoimento à CPI sobre o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, em 1979. O processo de treinamento de pessoal desenvolvido por esta empresa "destina-se, preponderantemente, a aperfeiçoar engenheiros para a diretoria técnica da empresa, cujo titular representa a KWU. Este fato condiciona a seleção de pessoal muito mais à realização de tarefas imediata da Nuclen e, por isso, os conhecimentos adquiridos pelos treinamentos voltam-se preponderantemente para atividades administrativas do projeto, ficando em segundo plano a engenharia básicas centrais nucleares".
- (19) Documento de Avaliação e Perspectivas/CNPq. Área de Engenharia, Subárea-Engenharia Nuclear COPPE/UFRJ, setembro/1982.
- (20) Idem, p. 14

- (21) Num plano geral, a formação de recursos humanos para o setor nuclear é oferecida pelos diversos centros de ciências tecnológicas, matemáticas e da natureza, e da saúde das universidades do país. A formação a nível de especialização em engenharia nuclear conta com apenas cinco instituições: COPPE/UFRJ, IPEN, UFMG, IME, UFPE. Todas estas instituições oferecem cursos a nível de mestrado e apenas a COPPE/UFRJ e o IPEN oferecem também cursos a nível de doutorado.
- (22) Idem, p. 15.
- (23) Idem, p. 5.
- (24) Idem, p. 15.
- (25) Idem, p. 11 e 12.
- (26) Ver Cerqueira Leite, Rogério, Reinventando a Roda, Jornal do Brasil, 4/12/83, p. 5.
- (27) Depoimento prestado por Arno Muller.
- (28) Depoimento prestado por Jair Mello.
- (29) Apenas como ilustração, em entrevista realizada em 82 Dr. Newton Pietscher, da Bardella declarou, a respeito de um sistema que a empresa está encarregada de produzir para o Programa Nuclear utilizando tecnologia alemã: "A empresa alemã funciona quase como uma montadora. No Brasil a Bardella é obrigada a produzir determinados componentes, a fim de garantir sua qualidade e seu ajuste às especificações requeridas".
- (30) Depoimento do Dr. Sérgio Bresciani, chefe da divisão de desenvolvimento Industrial da Nuclen. Entrevista realizada em 01/82.
- (31) Instituições de Pesquisa em Tecnologia Nuclear:[†]
- IPEN*: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, junto à USP, criado em 1956, hoje controlado pelo Governo Federal.** (ex. IEA).
- CDTN*: Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, junto à UFMG, criado em 1953 e ligado à CNEN após 1965, hoje pertencente à Nuclebrás, foi sede do projeto instinto de uso datário em reatores na década de 60. (ex. IPR).
- IEN* : Instituto de Engenharia Nuclear, junto à UFRJ, criado em 1962, pertencente à CNEN.
- IRD : Instituto de Rádio Dosimetria (ex. LD), da CNEN, no Rio de Janeiro.
- (*) Possuem reatores de pesquisa.
- (**) Integrado ao Programa Nuclear paralelo na parte de enriquecimento por centrifugação e reprocessamento, juntamente com o Instituto de Estudos Avançados do C.T.A (S. J. dos Campos).
- (+) Não inclui os cursos de pós-graduação em Engenharia Nuclear (COPPE-UFRJ, UFMG, IME, UFPE, USP) nem os de Física Nuclear existentes em várias Universidades.

- (32) Há base para esta afirmação na pesquisa de Erber et al, Absorção e criação de Tecnologia na Indústria de bens de capital, FINEP, RJ, 1974. Os autores afirmam que a partir da década de 50 houve uma diferenciação entre as grandes e pequenas empresas nacionais com relação a incorporação de tecnologia, tendendo as primeiras a recorrer maciça e sistematicamente a importação de tecnologia. Quanto às filiais de empresas transnacionais é ocioso acrescentar que sua estratégia implica na utilização da tecnologia desenvolvida pela matriz ou das empresas por elas indicadas.
- (33) Erber et al, na obra citada também se refere ou a este aspecto em sua pesquisa. Segundo os autores as grandes empresas nacionais e as filiais de empresas transnacionais mantêm fracas relações com os centros de pesquisa brasileiros, incorporando tecnologia desenvolvida no exterior.
- (34) Aspecto também assinalado por Erber et al em sua pesquisa.
- (35) Transferências de Tecnologia Nuclear, Metas, Conceitos e Experiências, Notícias Nucleares nº 9, 13/10/83 KWU.
- (36) R. Fabrício, Brazil General Experience in the Transfer of Nuclear Technology. Second International Conference on Nuclear Technology Transfer, B. Aires, nov. 1982.
- (37) E. Shomer, Functions and Organization of KWU Service, KWU Service Report, April 1984.

ANEXO I DO CAPÍTULO IV

(O cabeçalho não precisa ser preenchido se não for de interesse da empresa):

- Empresa: _____

- Principais linhas de Produção: _____

- Sua empresa foi qualificada para produzir que tipo de componentes para o Programa Nuclear? _____

- Qual a participação destes componentes na produção total da empresa? (% sobre o valor da produção) _____

- Qual o prazo previsto para a entrega destes componentes? _____

- Endereço para contato: _____

I. - INVESTIMENTOS

1) Quando da definição da participação de sua empresa como fornecedora de peças e equipamentos para o Programa Nuclear Brasileiro, foram realizados investimentos ou Planos de investimentos em ampliação de capacidade para atender à demanda deste Programa específico?

Sim () Não ()

2) Quanto: _____

3) Houve algum tipo de garantia para remunerar este investimento? _____

4) De que tipo? _____

5) Houve necessidade de importar equipamentos?

Sim () Não ()

6) Estas importações receberam tratamento privilegiado?

Sim () Não ()

7) De que tipo?

a) isenção de taxas ()

b) financiamento ()

c) outros ()

8) Houve intervenção por parte da Nuclebrás ou de outra empresa ou órgão envolvido no Programa Nuclear no sentido de facilitar estas importações?

Sim () Não ()

II - RECURSOS HUMANOS

1) Foram criados novos empregos para a produção de componentes (peças e equipamentos) voltados para a Indústria Nuclear?

2) Qual o percentual desses empregos em relação ao quadro de funcionários da empresa? _____

3) Qual o nível de qualificação da mão-de-obra requerida?

4) A empresa tem encontrado dificuldades no que se refere à disponibilidade de mão-de-obra especializada para a produção destes componentes? (inclusive em gestão) _____

Quais? _____

5) A empresa tem programas de formação de recursos humanos? _____

Quais? _____

6) Estão incluídos nestes programas o envio de técnicos ao exterior? _____

A que países? _____

7) E a contratação de técnicos estrangeiros para ministrar cursos, ou supervisionar a instalação de laboratórios, etc...? _____

8) De que maneira a Nuclebrás participa destes Programas de formação de Recursos Humanos? _____

9) A empresa subcontrata mão-de-obra? _____

III - TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

1) Houve associação entre sua empresa e a fornecedora de tecnologia para a produção de componentes para o Programa Nuclear? De que tipo? _____

2) Há algum tipo de acordo entre a sua empresa e a empresa fornecedora de tecnologia quanto ao que se refere à divisão de mercados? _____

3) Em que medida a empresa tem liberdade para inovar e aperfeiçoar o processo de produção, e participar assim, ativamente do mercado de tecnologia? _____

4) Estas "inovações" serão consideradas como incorporadas ao patrimônio tecnológico da sua empresa ou deverão ser comunicadas à fornecedora de tecnologia? _____

5) Quais as instituições governamentais envolvidas na operacionalização do acordo de transferência e que papel desempenham? _____

6) Existem problemas de adaptação de normas técnicas? Quais?

7) Caso estejam especificados insumos não produzidos no Brasil, sua empresa pensa em eventuais propostas de adaptação destas especificações, de modo a viabilizar sua substituição por insumos nacionais?

8) Estas substituições de insumos importados são motivadas por interesse particular da empresa ou por exigências do cliente?

9) A substituição destes insumos importados apresenta dificuldades devido a: a) aspectos relacionados à garantia de qualidade?

b) aspectos relacionados à dificuldade de compatibilização entre normas estrangeiras e nacionais?

10) Os equipamentos (ou sistemas de equipamentos) produzidos por sua empresa para o programa nuclear são de utilização restrita ou podem ter seu uso ampliado para outros ramos industriais?

- 11) A utilização futura da tecnologia incorporada engloba fabricação de outros componentes que não os diretamente envolvidos no acordo de transferência de tecnologia? _____

- 12) O acordo de transferência de tecnologia está dividido em estágios? (Ou seja, se já está previsto no acordo a ampliação do raio de ação da empresa?) _____

- 13) Está prevista no acordo de transferência de tecnologia a vinda para o Brasil de técnicos estrangeiros? _____

- 14) As despesas referentes ao pagamento destes técnicos ficarão a cargo de sua empresa ou serão de responsabilidade da empresa fornecedora de tecnologia? _____

- 15) Quais as formas previstas para o pagamento referente à transferência de tecnologia? _____

- 16) Há ligação entre a empresa e centros de pesquisa nacionais?
_____ Quais? _____
- Através de: a) Utilização de instalações ()
b) Testes de materiais ()
c) Intercâmbio de mão-de-obra ()
d) Encomendas de pesquisas diversas ()

17) A empresa investiu na organização da produção? (inclusive em controle de qualidade) _____

Quanto? _____

18) Houve maior sofisticação no processo de controle de qualidade? _____

19) Houve necessidade de importar equipamentos nesta área? _____

20) A empresa possui um departamento de pesquisa e desenvolvimento? _____

21) Qual o orçamento anual realizado de Pesquisa e Desenvolvimento em:

1977 _____

1978 _____

1979 _____

1980 _____

1981 _____

22) Quanto o orçamento de Pesquisa e Desenvolvimento representa dos gastos totais da empresa? Ou seja, dentre os diversos departamentos, qual a participação percentual do de pesquisa e Desenvolvimento? _____

23) A empresa participa junto à fornecedora de tecnologia do desenvolvimento do projeto de peças, equipamentos ou sistemas cuja tecnologia pretende absorver? _____

24) Já foram extraídos resultados concretos desta participação? _____

25) Quantos técnicos foram enviados ao exterior e quantos dentre estes são especialistas em projeto? _____

26) Do quadro de projetistas da empresa, qual a porcentagem dos que foram enviados ao exterior para especialização no desenvolvimento dos projetos desenvolvidos pela empresa? _____

27) O Senhor poderia discriminar o nível de qualificação requerido para os técnicos enviados ao exterior? _____

28) Quais os recursos financeiros destinados à formação e treinamento de técnicos no exterior? (de 1979 a 1981) _____

29) Estes recursos relacionam-se somente à produção de componentes para o Programa Nuclear? _____

III - ASPECTOS RELACIONADOS AO FORNECIMENTO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

1) Existem problemas quanto aos prazos de entrega de fornecedores nacionais de insumos, peças e equipamentos? _____

2) Existem problemas relacionados à manutenção de equipamentos importados? _____
Quais? _____

3) A sua empresa importa ou precisará importar algum tipo de insumo, peças ou equipamento para a produção de componentes para o Programa Nuclear? _____

4) Caso seja necessária a importação de peças e equipamentos para a produção de sistemas de equipamentos para o Programa Nuclear, como a empresa pensa em solucionar os problemas relacionados à manutenção destes sistemas? _____

5) Houve substituição de insumos na produção de componentes para o Programa Nuclear? _____

Quais? _____

6) Existe fiscalização durante a fabricação dos componentes?

a) da empresa fornecedora de tecnologia ()

b) do cliente ()

CAPÍTULO V*

SUMÁRIO E CONCLUSÕES

* Este capítulo é parte integrante do documento "Transferência de Tecnologia Nuclear - Mitos e Realidade". Editada pela Área Interdisciplinar de Energia da COPPE/UFRJ - Dezembro 1984.

V.1 - Apresentação

São aqui sumariados os aspectos mais relevantes da tese, procurando-se tirar algumas conclusões. Para este fim foram consideradas as questões levantadas pela pesquisa realizada e apresentada no capítulo IV, bem como os pontos debatidos no seminário relatado no Capítulo III, a partir daquelas questões. Serviu ainda de base para o sumário e as conclusões, a discussão havida em outros seminários e reuniões e nas atividades acadêmicas da COPPE na fase final deste estudo.

Há um elenco de pontos em aberto que merecem a atenção em um trabalho de continuação desta pesquisa, que não pode ser considerada como um estudo completo e fechado. Por exemplo:

1 - Qual a capacidade industrial e de projetos que as subsidiárias da Nuclebrás adquiriram e que servem a outros setores da indústria nacional?

2 - Qual a situação real atual do desenvolvimento do processo de enriquecimento por jato centrífugo, que segundo o seminário, foram oferecido ao IEA (atual IPEN) antes do Acordo, como disponível sem maiores condições?

3 - Qual a dimensão real do projeto do reator de produção de radiosótopos e qual o estágio atual de seu desenvolvimento? Qual a dimensão do chamado Programa Paralelo?

Não é tarefa simples formular propostas para modificações ou correções do Programa Nuclear e do Acordo com a Alemanha. Estas perderiam o sentido se fossem feitas no âmbito estrito da transferência da tecnologia, tantos são os demais as-

pectos que com este se entrelaçam. Em outros trabalhos, com caráter mais geral, temos apresentado algumas propostas mais abrangentes e que se relacionam com este estudo no que tange à tecnologia.

V.2 - Conclusões de Caráter Geral

O Acordo Nuclear Brasil-Alemanha aprofunda a estratégia de penetração da indústria alemã na estrutura industrial brasileira. Ele foi o resultado de três movimentos convergentes:

Um primeiro, definido a nível internacional, regido pela lógica do desenvolvimento capitalista, se observa o enfraquecimento do poderio econômico e político dos EUA e a consequente "multipolarização" dos centros capitalistas hegemônicos. Uma fase propícia, portanto, à penetração da indústria alemã na esfera de dominação norte-americana.

Um outro movimento, definido ainda no plano externo, mas circunscrito à Alemanha, é caracterizado pela necessidade de expandir mercados e garantir escala de produção viável para a indústria nuclear alemã, especialmente em face dos problemas internos por ela enfrentados para o licenciamento de reatores. Esse movimento contribuiu para orientar o eixo de penetração industrial desse país em espaços econômicos externos.

E finalmente um terceiro movimento, definido no plano interno ao país pela conjugação de interesses nacionais e internacionais, regida pela lógica de integração da economia nacional à estrutura produtiva internacional, numa fase em que se consolidava o estreitamento da vinculação entre o setor pro

utivo interno e as economias externas dominantes, através de um processo autoritário e excludente, sustentado pela ideologia de segurança nacional, fornecendo condições políticas que viabilizaram estratégias de penetração industrial alemã no Brasil.

Assim articulam-se com sucesso:

1 - A estratégia geral de penetração industrial alemã em países não desenvolvidos com potencialidades econômicas e condições políticas atrativas aos investimentos estrangeiros, tais como Brasil, Irã e Argentina. Tal estratégia tem como eixo central de justificação a denominada "transferência de tecnologia", apoiando-se na exportação de equipamentos e na internalização da produção dos mesmos. Sua aplicação no Brasil se processou de forma extremamente hábil e eficiente. Com efeito, ela se introduz de uma forma difusa, passando pela colaboração científica em geral e continuando pela participação em projetos específicos para problemas locais e culmina com o estabelecimento de relações com setores do poder, notadamente militares, precisando-se seu locus objetivo: a energia nuclear.

2 - As necessidades de expansão de mercados da indústria nuclear alemã.

3 - As objeções do governo do presidente Carter à exportação de tecnologia nuclear - especialmente a do ciclo do combustível - visando conter a proliferação de armas atômicas.

4 - A fragilidade das estratégias de outros países (notadamente a França) em confronto à estratégia de penetração técnica e industrial da Alemanha no Brasil, no campo nuclear.

5 - O interesse do governo brasileiro em adquirir tecnologia nuclear, entendida esta aquisição como a internalização de fases do processo de produção de reatores e, integralmente do ciclo do combustível. Este interesse foi explicitamente manifestado após o primeiro choque do petróleo, em virtude da "corrida" para a energia nuclear que se processou nos países dependentes de óleo combustível para a geração elétrica, colocando em choque o fornecimento de urânio enriquecido ao país pelos EUA.

6 - A base de apoio interno de setores da tecnologia estatal e dos meios empresariais mais próximos ou ligados aos interesses do capital alemão no Brasil, numa fase de amadurecimento do modelo de desenvolvimento aberto ao capital transnacional associado, constituindo o tripé empresas estatais - empresas multinacionais - empresas privadas.*

7 - A ideologia de sustentação desse modelo, centrada na segurança nacional e no mito "Brasil potência", que se afirmara na tentativa de dar continuidade ao "milagre brasileiro" ameaçado, segundo esta visão, pela chamada "crise do petróleo". Aqui se articulariam possíveis interesses pelas aplicações militares da energia nuclear.

V.3 - Conclusões sobre Transferência de Tecnologia

A questão da transferência de tecnologia é complexa e de difícil abordagem, em grande parte graças à diversidade de significações emprestadas a esta expressão por diferentes interlocutores.

* Não fazemos distinção neste trabalho entre os conceitos de empresa multinacional e transnacional.

Em um extremo transferência de tecnologia pode traduzir, na área econômica, uma expressão contábil, idealizada para abrigar transferência monetária de justificação tecnicamente obscura: operações financeiras e negócios situados em uma área cinzenta de difícil enquadramento nas rubricas usuais da contabilidade. Deste ponto de vista a transferência de tecnologia se reveste de um caráter extremamente abstrato, imaterial, não correspondendo a nada na esfera da produção.

Outra abordagem, ao contrário, identifica a tecnologia com os equipamentos através dela produzidos, caracterizada pela sua posse, acompanhada da capacitação requerida para utilizá-los, independente do fato de se possuir ou não conhecimentos e condições para produzi-los ou aperfeiçoá-los minimamente.

Outra, ainda, considera que a transferência de tecnologia se resume à aquisição de documentação, manuais, programas de computador, desenhos, projetos acabados, acompanhados de instruções para sua leitura, aplicação e detalhamento, bem como do treinamento especializado para sua execução prática na indústria, incorporando os processos produtivos na medida necessária à execução de fases da produção ou da montagem final dos componentes.

Embora muito mais "palpáveis" do que a primeira delas, estas duas últimas concepções do que seja possuir tecnologia ainda estão longe daquilo que entendemos de maneira mais radical por esta expressão. Transferência de tecnologia significa nesse entender o efetivo controle dos conhecimentos necessários para compreender e realizar os processos e o produto

desde os fundamentos, o projeto conceitual, básico e detalhamento, até a execução final e, mais ainda, a capacidade de inovar e de conceber novos tipos, projetá-los, realizá-los, testá-los, produzi-los.

O que verificamos tanto no seminário, como na pesquisa é que a distância existente entre estas definições reflete em muitos casos divergências de concepções de desenvolvimento econômico, político, social e, finalmente, tecnológico. Estas divergências vão de posições mais aderentes ao modelo vigente, supondo superável a crise sem alterá-lo, até as posições voltadas para uma internalização do desenvolvimento, mais autônomo, compatível com a realidade nacional e mais sensível aos problemas da maioria da população. Entretanto, independentemente de convicções políticas, esta visão mais radical considera o desenvolvimento tecnológico como um processo que tem de ter raízes internas e neste sentido nega a efetividade da compra de tecnologia. Em outros termos: só se adquire tecnologia fazendo, tentando, errando, procurando ajuda externa em pontos específicos com questões claramente formuladas para se entender e julgar a validade das respostas. Nesta concepção, tecnologia não é apenas uma mercadoria mas relaciona-se com aspectos culturais.

Deixando de lado a distorção de transferência de tecnologia como operação contábil e colocando como meta longe de ser realizada, no sistema atual, a última concepção, restou-nos, pragmaticamente, verificar qual transferência de tecnologia houve pelo Acordo Nuclear, segundo as duas concepções intermediárias. Mesmo nestes limites os resultados concretos mos

tram as limitações do acordo à transferência de tecnologia, como enumeramos a seguir.

- O próprio conteúdo do Acordo Nuclear e dos acordos de formação das subsidiárias, estes últimos naquilo que se sabe deles, limitam a transferência de tecnologia, mesmo na sua concepção mais moderada.
- O índice de nacionalização dos equipamentos é de 30% no 1º reator, atingindo 70% no 8º, quinze anos após o Acordo na programação original, agora sem previsão. Ora, segundo estudo da Betchel, citado no nosso relatório e referido no seminário, este percentual poderia ser 54% com a estrutura nacional existente antes do Acordo e chegaria a 66% e a 70% com algumas mudanças. Ou seja, houve limitação da nacionalização em um nível abaixo do normalmente possível. O melhor exemplo dado de equipamentos que poderiam ser fabricados aqui, ainda que com tecnologia importada, é o turbo gerador, que é 30% da central nuclear, mas foi excluído por ser uma das partes que mais interessava à Siemens Alemã produzir. (A KWU não integra verticalmente toda a produção do reator e da central nuclear, subcontratando-a na Alemanha em diversas indústrias; entretanto a Siemens, que controla a KWU, é fabricante de turbogeradores).
- Outro dado essencial que mostra as limitações à transferência de tecnologia são as restrições dos acordos de constituição das subsidiárias da Nucle-

brás - KWU. Estes acordos são secretos, o que em si não inspira confiança. Apesar do segredo que cerca os acordos de constituição destas subsidiárias, o vazamento de informações de seu conteúdo através da imprensa, deixa entrever que significativas restrições à transferência de tecnologia estão neles embutidas. A NUCLEN, empresa chave para a realização de transferência de tecnologia tem sua direção técnica totalmente controlada pela KWU. Este controle só cessará, segundo o acordo, quando se tiver completado o processo de transferência da tecnologia, exigindo uma declaração formal brasileira e alemã para isto. Ora, a nosso ver a condição para haver a transferência de tecnologia, mesmo no nível assumido, seria o controle da empresa pela Nuclebrás, a interessada em absorver a tecnologia. Logo, parecemos estar frente a uma armadilha formal nesta cláusula, ou seja, só haverá condições para transferir tecnologia quando a transferência de tecnologia se tiver concluído, por hipótese, o que nos conduz a um absurdo.

A questão do controle de empresa não é um detalhe de menor importância: trata-se de controlar os seus objetivos e, no caso específico do Acordo, de controlar as regras que determinam as transações comerciais e industriais. Neste campo, a experiência brasileira evidencia sua precariedade quando comparada com o exemplo da Índia, experiência de transferência de tecnologia bem sucedida, no caso dos reatores a urânio natural. Três pontos essenciais caracterizam o processo de trans-

ferência de tecnologia nuclear canadense para a Índia:*

- 1 - Os técnicos canadenses enviados para a Índia não ocupavam cargos de direção e de decisão, mas sim de consultores e assessores técnicos.
- 2 - Os profissionais hindus enviados para o Canadá tinham boa experiência técnica anterior.
- 3 - Os hindus dispendiam a maior parte do seu tempo no Canadá em centros de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia e não em empresas de projeto.

Este esquema é bem diferente do nosso.

- 1 - Aqui não foi dada a devida atenção à questão dos quadros técnicos e recursos humanos, inclusive a participação da universidade e dos institutos de pesquisa, deixando toda a responsabilidade técnica com os alemães.
- 2 - Apesar do louvável esforço de formação de técnicos para a Nuclebrás e subsidiárias houve um mal aproveitamento dos mesmos nas suas especialidades e uma falta de integração com pessoal "senior" e experiente, agravado com a mínima integração de grupos de universidades e institutos na realização de projetos e pesquisas para desenvolvimento tecnológico. E mais, há indicações de que houve até mesmo esvaziamento de algumas atividades dos institutos de tecnologia nuclear lo-

* S. Salvó Brito, Seminário sobre Tecnologia Nuclear, COPPE, 1983.

go após o Acordo, que concentrou tudo em torno da Nuclebrás.

3 - Por outro lado, registra-se fraca participação de engenheiros com boa experiência na indústria, criando uma exagerada assimetria entre a capacitação dos alemães e dos brasileiros receptores de tecnologia a ser transferida.

4 - Os estágios de engenheiros brasileiros na Alemanha concentraram-se quase que exclusivamente na área de detalhamento de projetos, na qual o país já dispunha de razoável experiência, ao passo que a fragilidade da engenharia nacional situava-se (e situa-se) na pesquisa básica e nos projetos conceitual e de base.

No que tange à capacidade para recepção da tecnologia, um problema estrutural detectado foi o de assimetria entre as empresas alemãs e as brasileiras, sub contratantes na Nuclebrás, com relação à capacitação para engenharia de projeto. Enquanto as empresas alemãs integram a produção e o projeto do produto, no Brasil as indústrias em geral só detêm a técnica de fabricação, não realizando o projeto dos seus produtos. Esta situação, no contexto da dependência do desenvolvimento industrial brasileiro, estimulou a associação ou o consórcio de empresas de fabricação e de empresas de engenharia e projeto brasileiras com empresas estrangeiras ou multinacionais. Desta forma, as empresas nacionais adquiriram certas competências em projeto de engenharia, especialmente no detalhamento e secundariamente no projeto básico, ganhando assim con-

dições para serem pelo menos receptáculo da tecnologia importada. Este é o quadro geral brasileiro, do qual a engenharia das centrais nucleares é apenas uma face particular. E aqui manifesta-se um aspecto curioso: a concentração da transferência de tecnologia na Nuclen, controlada acionariamente pela Nuclebrás (75%) mas cujo controle efetivo cabe à KWU (notadamente através da direção e comitê técnico) alijou para um papel secundário as empresas de engenharia nacionais, mas aptas a serem interlocutores dos alemães. A falha mais marcante desse processo manifesta-se nos problemas nos cálculos feitos pela KWU das fundações de Angra II, que haviam sido alertados por uma empresa de engenharia nacional.

Certamente houve aquisição de tecnologia, dentro dos limites assinalados neste trabalho, apesar de tudo.

Mesmo no caso de Angra I, apesar da sua compra ter sido feita sob forma de "turn key", sem nenhuma previsão de transferir tecnologia nos moldes do Acordo com a Alemanha, a equipe técnica de Furnas tem feito um importante esforço para obter e/ou desenvolver a tecnologia naquilo que lhe compete. Em relação à universidade, por exemplo, estabeleceu-se a contratação por Furnas de projetos para participação no desenvolvimento de um sistema de códigos de computação para análise e segurança do reator que tem dado bons resultados.

No caso do Acordo com a Alemanha houve aquisição de competência técnica no que tange à engenharia e à fabricação de componentes para as centrais nucleares, pela Nuclebrás, pelas empresas de projeto e pela indústria envolvida, em vários itens específicos. Entretanto, a própria listagem destes itens deixa claro haver elos importantes não cobertos, além de ser

ponderável a dependência da tecnologia contratada no exterior nem toda completamente assimilada, mesmo segundo o esquema das três fases: demonstração, transferência de tecnologia e desenvolvimento próprio.

V.4 - Considerações Finais

O quadro político econômico e social do país, quando há grande expectativa de mudanças para superação da crise e para legitimação do poder e regularização institucional-democrática, inspira a oportunidade de se promover também uma revisão em profundidade do programa nuclear brasileiro.

Esta revisão não pode se limitar ao congelamento da construção de novas centrais, sem definir qual o projeto para orientação do complexo da Nuclebrás e de suas subsidiárias. Tampouco se deve fugir da discussão de uma revisão profunda do Acordo Nuclear, admitindo o cancelamento dos acordos de formação das subsidiárias para associação com as empresas alemãs, da forma como foi feito. O que o presente trabalho indica é que não devemos ser "mais realistas que os próprios alemães" no que tange a esta reformulação, que pode preservar o acordo de cooperação científica e técnica com a Alemanha, mas deve alterar profundamente aquilo que concerne à associação industrial no campo nuclear.

No que se refere ao chamado programa nuclear paralelo é preciso abrir as informações e estimular uma discussão da comunidade técnica e científica e da sociedade como um todo, para não se repetir o erro do Acordo com a Alemanha pela auto-

suficiência autoritária do setor nuclear oficial. Não basta internalizar a questão nuclear, é preciso democratizar as decisões não só para legitimá-las, mas para minimizar os erros quanto às grandes opções, as linhas gerais, deixando as decisões especificamente técnicas, passo a passo, aos especialistas.

Concluimos estas considerações transcrevendo algumas recomendações que, embora centradas na questão tecnológica, a relacionam, inevitavelmente, aos aspectos mais abrangentes da energia nuclear, nos terrenos energéticos e político-institucional.

1 - Devem ser desfeitos os acordos de constituição das subsidiárias da Nuclebrás em associação com a KWU, nacionalizando-as e adequando-as a uma política energética global, com prioridades definidas. O Acordo com a Alemanha seria mantido como definidor de intenções de cooperação entre os dois países, mas não determinante de compromissos comerciais.

2 - A Nuclebrás deve deixar de ser uma empresa estritamente nuclear e se tornar uma empresa de equipamentos e engenharia para o setor energético, procurando um mercado em entendimento com as empresas nacionais do setor. Embora a indústria mecânica pesada tenha capacidade de atender o mercado, com a retomada do crescimento esperada este poderia comportar a entrada da Nuclebrás nacionalizada e reestruturada. Há uma grande participação de empresas transnacionais no fornecimento de equipamentos para hidroelétricas, cujas encomendas montarão a dezenas de bilhões de dólares nas próximas décadas. A diversificação das atividades tem como exemplos a própria KWU-Siemens e a Westinghouse. A Nuclen deveria se articular com as empre-

sas nacionais de engenharia para desenvolver projetos básicos hoje importados.

3 - Deve-se interromper o atual programa de construção de centrais nucleares, concluindo Angra II e III dentro de um cronograma compatível com a disponibilidade de recursos, dando prioridade à capacitação tecnológica. As encomendas já feitas maciçamente na Alemanha para estes dois reatores, cujos índices de nacionalização são baixos, devem ser compensadas por um plano de transferência para a indústria nacional das encomendas que ainda forem possíveis de serem feitas no país. A engenharia da central deve ser assumida ao máximo pelos técnicos da Nuclebrás, mantendo a assistência alemã sob a supervisão brasileira.

4 - A retomada de um programa de construção de reatores só deverá ser considerada após estudos detalhados das necessidades futuras de energia elétrica e de viabilidade da implantação da tecnologia nuclear no país, incluindo a garantia do combustível, hoje dependente da contratação do enriquecimento no exterior. Devem ser levados em conta os custos comparativos de alternativas, como a hidro, o carvão mineral, a biomassa e deve ser promovido um amplo debate com participação democrática de variados grupos de opinião, abordando inclusive as questões dos riscos devido à radiatividade, seja por acidente seja pelos rejeitos radioativos cuja destinação definitiva não é conhecida.

5 - No ciclo do combustível nuclear deve ser tirada a limpo a dúvida sobre a viabilidade do jato centrífugo, admitindo-se o estudo de outras alternativas para o enriquecimento

to do urânio, como a ultracentrifugação. Entretanto, é necessário integrar este esforço dentro da Nuclébrás, reestruturada e submetida ao controle da sociedade. Deve ser buscada uma cooperação com a Argentina, que anunciou avanços no sentido do enriquecimento por difusão gasosa, visando juntar esforços e desfazer o clima de corrida nuclear que pode conduzir à bomba, seja pelo enriquecimento, seja pelo reprocessamento.

6 - O Brasil deve abdicar do reprocessamento do combustível irradiado, pois sua economicidade é negativa na escala de um programa pequeno, e armazenar o rejeito radioativo com o plutônio e o resto de urânio. O governo deve manifestar formalmente ao governo argentino (que está construindo uma usina de reprocessamento) sua preocupação com o perigo das armas nucleares e sua intenção de não construí-las, propondo um compromisso bilateral.

7 - Deve ser promovida uma reestruturação institucional no setor nuclear. As instituições de pesquisas devem ser articuladas, incluindo o IPEN (SP), CDTN (MG), IEN e IRD (RJ), com as universidades; a CNEN, como orgão normativo e fiscalizador, deve ser aberta à comunidade técnica e científica. Na decisão de construir instalações nucleares, devem participar várias instâncias a nível federal, estadual e municipal.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ALMEIDA, J. Transferência de Tecnologia e Absorção de mão-de-obra - Pesquisa e Planejamento Econômico, 3 (1) 1983.
- (2) ALVES, S. e FORD E. O Comportamento Tecnológico das Empresas Estatais: a escolha de firmas de engenharia, a escolha de processos industriais e a compra de bens de capital. FINEP, mimeografado, 1975.
- (3) ARAÚJO Jr. e J. e DICK, V. Governo, Empresas Multinacionais e Empresas Nacionais: o caso da indústria petroquímica, Pesquisa e Planejamento Econômico, 4 (3) 1974.
- (4) ARAÚJO, Jr., José Tavares, Transferências de Tecnologia: Para que Serve Código Internacional de Patentes? Pesquisa e Planejamento Econômico, 1977.
- (5) ARAÚJO Jr. et al. Difusão de Inovações na Indústria Brasileira: Três Estudos de Caso. Rio de Janeiro. FINPE/IPEA, 1976 (série monográfica nº 24).
- (6) AZEVEDO, A. As Ciências no Brasil. Rio de Janeiro, Ed. Melhoramentos, 2 vols., 1955.
- (7) BARBOSA, A. L., Propriedades e Quase-propriedade no Comércio de Tecnologia. CNPq, 1978 (mimeo).

- (8) BARD, B. J., "The Transfer of Technology; Separata de Acta Oeconomica. Budapest.
- (9) BASTOS, V. Substituição de Importações e Tecnologia no Setor de Bens de Capital - um estudo de caso. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, 1976.
- (10) BIATO, F. e GUIMARÃES, E. Dois Estudos Sobre Tecnologia Industrial no Brasil. Pesquisa e Planejamento Econômico, 3(1) 1974.
- (11) BIATO, Francisco Almeida e outros. Potencial de Pesquisa Tecnológica no Brasil. Brasília, IPEA/IPLAN, 1971.
- (12) BIELSCHOWAKY, R. e PIRES, E. Estrutura Industrial e Progresso Técnico na Produção de Laticínios in: Pires et al. Dois Estudos sobre Tecnologia de Alimentos. IPEA, 1978. (Série monográfica 27).
- (13) BIELSCHOWSKY, R. Notas sobre a questão da autonomia tecnológica na economia brasileira, Dados 1978, (16).
- (14) BONELLI, Regis. Tecnologia e Crescimento Industrial; A Experiência Brasileira nos anos 60. RJ, IPEA/INPES, 1976.
- (15) CARNEIRO, D. et. al., Pesquisa tecnológica no Brasil: Análise de cinco institutos oficiais. IPEA, 1971 (mimeo).
- (16) CARTER, C. E. e S. WILLIAM, B. R. Industry and Technical Progress; Factor Governing the Speed of Application of Science. London, Oxford University Press, 1957.

- (17) CASTRO, A. e ARAÚJO Jr. Algumas Lições da Crise Internacional in: Gomes, S. e Cerqueira Leite, R. 1978, Ciência, Tecnologia e Independência. São Paulo, Livraria Duas Cidades, 1977.
- (18) CERQUEIRA LEITE, R. Tecnologia e Desenvolvimento Nacional. São Paulo, Livraria Duas Cidades, 1976.
- (19) CETRON, Mervin J., Industrial Technology Transfer. Leiden Noordhoff, 1977.
- (20) Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, Genebra, UNCTAD, 1978.
- (21) CONTRERAS, A. Carlos. Transferências de Tecnologia a países em Desarrollo. Caracas, Instituto Latino-Americano de Investigaciones Sociales, 1978.
- (22) CRUZ, H. e BARROS J. Difusão Tecnológica nas Indústrias de Calçados e Têxtil de Algodão. Pesquisa e Planejamento Econômico, 8(2) 1978.
- (23) DAGNINO, Pastore, JOSÉ MARIA. A policy for the Purchase of Technology by Latin American Countries. Rehovot, 1973.
- (24) DAHLMAN, C. From Technological Dependence to the Technological Development: The Case of the USIMINAS Steel Plant in Brasil. Buenos Aires, BID/CEPA (mimeo) 1978.
- (25) DOELLINGER, von C. e CAVALCANTI, L. Empresas Multinacio-

nais na Economia Brasileira. IPEA, Relatório de Pesquisa, 1975.

- (26) DORFMAN, Adolfo. La Industrialización en La América Latina Y las políticas de Fomento. México, Fondo de Cultura Económica, 1967.
- (27) EL-ZAIM, Issam. Problemas of Technology Transfer; a Point of View From the Third World. Viena, Viena Institut for Development, 1978.
- (28) EMMANUEL, A. Technologie appropriée ou Technologie sous Développée? Paris, PUF, 1981.
- (29) ERBER, F. et al. Reflexões sobre a Demanda pelos Serviços dos Institutos de Pesquisa FINEP, Série de Pesquisa nº 1, 1974., "Notas Sobre a Indústria de Bens de Capital: tecnologia e o setor público", Pesquisa e Planejamento Econômico, RJ., 1973, "Escolha de tecnologias, Preços dos Fatores de Produção e Dependência - uma contribuição ao debate", Pesquisa e Planejamento Econômico, 2(1) 1972 "A empresa estatal e a escolha de tecnologias", Ciências e Cultura, 26(12): "Progresso Técnico e Política Econômica num País Capitalista Periférico", Ciência e Cultura, 29(5) 1977. "Technological development and State Intervention" a study of the Brazilian Capital Goods Industry". Tese de Doutorado, University of Sussex, U.K., 1977; "Science and Technology Policy and Technological Dependence: the case of Brazil", Projekt Technologie Transfer. Hamburg Univer

sitar, RFA, mimeografado, 1978; "Absorção e Criação de Tecnologia na Indústria de Bens de Capital", FINEP, Série de Pesquisas nº 2, 1974.

- (30) Ernst, Dieter. (ed). The New International Division of Labour Technology and Underdevelopment, Consequences for the Third World. Frankfurt, Campus Verlag, 1980.
- (31) FAJNZYLBBER, F. Sistema Industrial e Exportação de Manufaturados - Análise de Experiência Brasileira. IPEA, 1971 - (Relatório de Pesquisa nº 7).
- (32) FIGUEIREDO, Nuno Fidelino. A Transferência de Tecnologia no Desenvolvimento Industrial do Brasil. Santiago, CEPAS, 1972.
- (33) FINEP S/A., RJ. Absorção e Criação de Tecnologia na Indústria de Bens de Capital, 1974 (mimeo).
- (34) FRANKEN, T., A inutilidade da Ciência Útil. Cadernos de Ciência e Cultura, 1(1) 1978.
- (35) FRENKEL, J. et al. Tecnologia e Competição na Indústria Farmacêutica Brasileira. FINEP, (mimeo) 1978.
- (36) FUNG, S. e CASSIOLATO, J. The International Transfer of Technology to Brazil Through Technology Agreements; Characteristics of the Government Control System and the Commercial Transactions. Center for Policy Alternatives, MIT, USA (mimeo) 1976.
- (37) GERMIDES, Dimitri, ed. Transfer of Technology by Multina

- (37) GERMIDES, Dimitri, The price of Technology by Multinational Corporations, Paris, OCDE, 1977.
- (38) GERMIDES, Dimitri, The price of Technology Transfer in Developing Countries, Paris, OCDE, 1975.
- (39) GUIMARÃES, Eduardo Augusto de Almeida, Changing International Investments: Strategies: The "New Forms" of Foreign Investment in Brazil, Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982.
- (40) GRUBER, William H. e MARQUIS, Donald G. ed. Factors in the Transfer of Technology. Cambridge, The MIT Press, 1969.
- (41) HAWTHORNE, Edward P. The Transfer of Technology, Paris. OCDE, 1971.
- (42) HERRERA, A. Ciência y Política em América Latina. México Siglo XXI, Editores, 1971.
- (43) IEIBENSTEIN, Harwy. The Transfer of Managerial and Technical Knowledge, Rehovet, 1973.
- (44) Integration of Science and Technology with Development Caribbean and Latin American problems in the context of United States, Conference of Science and Technology for Development. New York, Pergamon Press, 1979.
- (45) IPEA. A Indústria de Máquinas-Ferramentas no Brasil. Série Estudos para o Planejamento nº 8, 1974. A Transferência de Tecnologia no Brasil. Brasília,

- IPEA/IPLAN, 1973; Difusão de Inovações na Indústria Brasileira: Três Estudos de Caso, Rio de Janeiro, IPLA/INPES.
- (46) JERDINES, Dimitri, ed. Transfer of Technology by Multinational Cooperation, Paris. OCDE, 1977.
- (47) JOHNSON, H.G. Technology and Economic Interdependence. The Macmillan Press LTD. 1975.
- (48) JOLLY, R. et al. Introduction, in: Third World Employment Problems and Strategy U.K. Penquim Boors; U. K., 1973.
- (49) JORGE M. Seleção, Absorção e Criação de Tecnologia na Petroquímica Brasileira. Um Estudo de Caso. FINEP, 1978 (mimeo).
- (50) LEITE LOPES, J. Ciência e Desenvolvimento. Ed. Tempo, 1964; Ciência e Libertação. Ed. Paz e Terra, 1969.
- (51) LEUSCHNER, B. Transferência de Tecnologia na Indústria Siderúrgica. IPE, 1971 (mimeo).
- (52) LONGO, W. Tecnologia e Transferência de Tecnologia. A Defesa Nacional, mar/abr. de 1978.
- (53) MAGALHÃES, E., A Evolução da Indústria de Máquinas-Ferramenta no Brasil. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, 1976.
- (54) MANESCHI, A. e Nunes, E. Função de Produção Agregada e Processo Tecnológico na Economia Brasileira, Revista de Teoria e Pesquisa Econômica Brasileira, 1 (1) 1970.

- (55) MANSFIELD, E. Technical Change and The Rate of Imitation Ecométrica, vol. 29, 1961.
- (56) MARCOVITCH, J. Interação da Instituição de Pesquisa Industrial com seu Meio Ambiente e suas Implicações na Eficácia Industrial. Tese de Doutorado, USP, 1978.
- (57) MAZZUCHELLI, F. A Expansão Inconclusa. Tese de Mestrado, UNICAMP, 1979.
- (58) MERHAV, M. Technological Dependence Monopoly and Growth. Inglaterra, A. Wheaton and Co., Exeter, 1968.
- (59) Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Relatório do Grupo de Trabalho de Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, 1971 (mimeo).
- (60) MORAVETV. O. Employment Implications of Industrialization in Developing Countries: A Survey. The Economic Journal, 84 (335) 1974.
- (61) MOREL, R. Considerações sobre a Política Científica do Brasil, Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, 1975; ciência e Estado, S. Paulo, T.A. Queiroz Ed., 1979; Um estudo sobre a produção científica brasileira, segundo os dados do Institute for Scientific Information (ISI), Ciência da Informação, 6 (2) 1977.
- (62) MORLEY, S. e Smith, F. The Choice of Technology: Multinational Firms in Brazil. Economic Development and Cultural Change, 25 (2) 1977.

- (63) MOURA, A. Tecnologia Nacional: Problemas e Perspectivas. Revista de Administração de Empresas, 14 (3) 1974.
- (64) NABSETH, L. e Ray, G. (ed.), The Diffusion of New Industrial Processes - An International Study. UK; Cambridge University Press, 1974.
- (65) NISKIER, Arnaldo. Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento, Rio de Janeiro, Bruguera, 1970.
- (66) OEA - Organização dos Estados Americanos. Notes on the OAS and OECD Methodologies For Determining Requirements For Science and Technology. USA, Department of Scientific Affairs, 1971 (mimeo).
- (67) PASTORE, J. Science and Technology in Brazilian Development. National Academy of Sciences, USA, 1976 (mimeo).
- (68) PENA, M. Notas Sobre o Estado e a Organização da Ciência. Rio de Janeiro, CNPq, 1976 (mimeo).
- (69) PERRIN, J., Les Transfers de Technologie, Paris, Maspero, 1983.
- (70) PEREIRA DE CASTRO, A. A organização de uma infra-estrutura Tecnológica para o Desenvolvimento Industrial Brasileiro. Revista de Administração de Empresas, vol. 14, 1974.
- (71) PERRIN, J. Engineering: Terminologie et Fonction. Economique, França, Centre de Development de l'OCDE, 1976.

- (72) PHELPS, Deudley Maynard. Migration of Industry to South America, Westport, Greenwood Press, 1969.
- (73) POPPE DE FIGUEIREDO, C. A avaliação dos Institutos de Pesquisa de Alimentos do País. In: Pires et. al. Dois Estudos sobre Tecnologia de Alimentos. IPEA, (série monográfica nº 27).
- (74) POLITZER, K. e ARAOZ, A. Transferência de Tecnologia para Desenvolvimento Autônomo. FINEP&PNTE/PROTAP, 1975. (mimeo).
- (75) RANGEL, I. O Papel de Tecnologia no Brasil. Cadernos de Tecnologia e Ciência, 1 (2) 1978.
- (76) RATTNER H. O Controle da Transferência de Tecnologia para Países em Desenvolvimento. Revista de Administração de Empresas, 13 (1) 1973. Desenvolvimento e Emprego; A Viabilidade de uma Tecnologia Intermediária. Revista de Administração de Empresas, 17 (6) 1977.
- (77) REIS, L. e REDNGER, M. Pesquisa Tecnológica em Empresas Estatais - Um Estudo Preliminar, FINEP, 1975 (mimeo).
- (78) ROBERTS, J. Engineering Consultancy, Industrialization and Development. in: Cooper, C. (ed.). Science, Technology and Development; The political economy of the technical advance in underdeveloped countries, U.K., Frank Cass & Co., 1973.

- (79) ROMANI, J. Apoio Institucional à Ciência e Tecnologia no Brasil. CNPq 1977 (mimeo).
- (80) ROSEMBLOOM, Richard S. & WOLEK, Francis W. Technology and Information Transfer; a Survey of Practice in Industrial Organizations. Boston, Harvard University Press, 1970.
- (81) SAGASTI, F. Ciência y Tecnologia para el Desarrollo: Informe Comparativo del proyecto Sobre Instrumentos de Política Científica y Tecnológica. Canadá, International Development Research Centre, 1978.
- (82) SANT'ANA, V. Ciência e Sociedade no Brasil. Ed. símbolo, 1978.
- (83) SCHMITZ, H. e CAMARGO, L. Tecnologia e Emprego na Indústria Têxtil. CNRH/IPEA, mimeo, 1977.
- (84) SCHWARTZMAN S. et al. Projeto Retorno: Avaliação do Impacto do Treinamento no Exterior de Pessoal Qualificado. Rio de Janeiro, FGV, 1972, mimeo. Formação da Comunidade Científica no Brasil. FINEP, 1978 (mimeo).
- (85) Seminário Sobre Teoria Econômica e Progresso Técnico; Campinas, UEC, 1974.
- (86) SERCOVITCH, F. Foreign Technology and Control in the Argentinian Industry. Tese de Doutorado, University of Sussex, U.K., 1974.

- (87) SEURAT, Silvere. Realités du Transfer de Technologie. Paris, Masson, 1976.
- (88) SILVA FILHO, A. Capacitação Tecnológica Brasileira para Projetos de Indústria Química. in: II Congresso Latinoamericano de Petroquímica. México, 1978 (mimeo).
- (89) SKOROV, G.E. Science, Technology and Economic Growth in the Developing Countries, Oxford, Pergamon Press, 1978.
- (90) SPREAFICO, L. (1970). Transferência de Tecnologia na Indústria Têxtil e de Vestuário. IPE, 1970 (mimeo).
- (91) STEPAM, N. (1976) of Brazilian Science. USA, 1976. Science History Publications.
- (92) STEWART, Frances. Interaction Technology Transfer; Issues and Policy Options. Washington, World Bank, 1979.
- (93) SUZIGAN, W. et. al. Crescimento Industrial no Brasil: Incentivos e Desempenho Recente. IPEA, 1974 (Relatório de Pesquisa nº 26).
- (94) TARAK, Fanny. Dependência Tecnológica e Desenvolvimento Nacional. RJ, Pallos, 1975.
- (95) TATOBA, Jorge. Transferência de Tecnologia e a Firma Multinacional. Recife, UFPE, 1975.
- (96) TAVARES, M. et al. Estrutura Industrial e Empresas Líderes. FINEP, 1978. (mimeo).

- (97) TAVARES, M. Ciclo e Crise - O Movimento Recente da Industrialização Brasileira. Tese para Professor Titular, FEA/UFRJ, 1978 (mimeo).
- (98) TIGRE, P. Indústria de Computadores e Dependência Tecnológica no Brasil. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, 1978.
- (99) TOLIPAN, R. Tecnologia e Produção Capitalista. Cadernos CEBRAP nº 11, 1974.
- (100) TUGENDHAT, C. The Multinationals. U.K., 1973, Penguin Books.
- (101) UNCTAD, Genebra. An International Code of Conduct of Transfer of Technology. New York, 1975.
- (102) UNCTAD, Genebra. Energy supplies for Development Countries: Issues in Transfer and Development of Technology. New York, 1978.
- (103) UNCTAD, Genebra. Draft International Code of Conduct on the Transfer of Technology, New York, 1980.
- (104) UNCTAD, Genebra. The Possibility and Feasibility of an International Code of Conduct on The Transfer of Technology. New York, 1974.
- (105) UNIDO, Viena. Unido Abstracts on Technology Transfer Studies and Reports on the Development and Transfer of Technology (1970-1976). New York, 1977.
- (106) VAITSOS, C. Comercialization de Tecnologia en el Pacto Andino. Peru, 1970, Instituto de Estudios Peruanos.

- (107) VERSIANI, F. Industrialização e Emprego: o Problema da Reposição de Equipamentos. Pesquisa e Planejamento Econômico. 2 (1) 1972.
- (108) VERSIANI, F. e Barros, V. The Brazilian Machine Tool Industry: patterns of technological transfer and the role of the government. FINEP, 1976 (mimeo).
- (109) VIDOSSICH, F. Transferência de Tecnologia na Indústria de Máquinas-ferramentas. IPE, 1970 (mimeo).
- (110) WASSERMAN, A. et al. A Transferência de Tecnologia na Indústria Petroquímica Brasileira. Rio de Janeiro, 1976. Instituto Brasileiro de Petróleo.
- (111) WESTON, F. Conglomerate Firms. in: Yamey, B. (ed) Economic of Industrial Structure. U.K. 1970, Penguin Books.
- (112) AVELINE, A; Rosa, L. P.; Horwitz F., Cunha, S.L: Energia Nuclear e Sociedade, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1980.
- (113) ROSA, L.P. Bol. SBF 10 (1) 1979.
- (114) ROSA, L. P. Bol. SBF 10 (2) 1979.
- (115) ROSA, L. P. Bol. SBF 11 (4) 1980.
- (116) ROSA, L. P. Rev. Bras. Tec. 14 (11) 1983.
- (117) DTE. Por uma nova política nuclear Brasileira. Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.
- (118) SIMON, D. et al. Energia Nuclear em Questão. Rio de Janeiro, Instituto Eivaldo Lodi, 1981.

- (119) LOPES, J. L. Ciência e Libertação. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1978.
- (120) LOPES, J. L. Cad. Ciências Tec. (1) 1978.
- (121) TAUILE, J. R. Cad Ciências Tec. (6) 1979.
- (122) ZATZ, J. et al. Cad. Tec. Ciên. (5).
- (123) CARVALHO, J. & Goldemberg, J. Economia e Política da Energia. Rio de Janeiro, José Olympio, 1980.
- (124) GOLDEMBERG, J. O que é a Energia Nuclear? São Paulo, Brasiliense, 1980.
- (125) GOLDEMBERG, J. Problemas de Energia Nuclear no Brasil. Brasília IPEAC, 1976.
- (126) GOLDEMBERG, J. (Coord) Energia no Brasil. São Paulo, ACIESP, 1976.
- (127) GOLDEMBERG, J. Energia Nuclear no Brasil. São Paulo. Hucitec, 1978.
- (128) MIROW, K. Loucura Nuclear. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1979.
- (129) ROSA, L. P. et al. Energia, Tecnologia e Desenvolvimento. Petrópolis, Vozes, 1978.
- (130) ROSA, L. P. Evolução da Política Nuclear Brasileira. Encontros com a Civilização Brasileira (7) 1979.
- (131) ROSA, L. P. e Pires, R. L. F., Energia e Crise, Vozes, p. 85, 1984.

- (132) MYER II, D. O Debate Sobre Energia Nuclear. São Paulo, Cultrix, 1977.
- (133) MACHADO, A. D. Energia Nuclear e Sociedade. Rio de Janeiro, 1980.
- (134) SCHEMBERG, M, in Energia Tecnologia e Desenvolvimento, a Questão Nuclear, Vozes, 1978.
- (135) Transferência de Tecnologia Nuclear: Metas, Conceitos e Experiências. Notícias Nucleares (9), 18/10/83.
- (136) BATISTA, P. N. A Política Nuclear no Brasil, Brasília, Nuclebrás, 1977.
- (137) CERQUEIRA LEITE, R. Cad. Ciênc. Tec. (9) 1980.
- (138) REDONDO, G. C. G. Transferência de Tecnologia; Programa Nuclear Brasileiro; Contornos Jurídicos. Rio de Janeiro, UERJ, 1978.
- (139) WINNACKER, K. et al. O Milagre Incompreendido: Energia Nuclear na Alemanha. Rio de Janeiro, Ed. Blucher, 1978.
- (140) MOREL, Regina Lucia de Moraes. Ciência e Estado: a política científica no Brasil, S. Paulo, T. A. Queirões, 1979.
- (141) GALVANI, C. Expansão Nuclear Alemã, UFPb, J. Pessoa, 1983.