

IPEN DOC-

COLEÇÃO PTC

DEVOLVER AO BALCÃO DE EMPRÉSTIMO

IPEN-DOC-

2196

Biblioteca
PM 1278

IX ENCONTRO NACIONAL DE FÍSICA DE REATORES E TERMO-HIDRÁULICA

REATORES NUCLEARES DE POTÊNCIA PARA O BRASIL

Palestra

OTHON LUIZ PINHEIRO DA SILVA

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE REATORES DO IPEN
(INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PERSPECTIVAS DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR NO CENÁRIO NACIONAL.....	2
3. REQUISITOS PARA AVALIAÇÃO DOS REATORES NUCLEARES DE POTÊNCIA PARA O BRASIL.....	5
3.1 - Segurança.....	5
3.2 - Flexibilidade de operação e capacidade de seguir a demanda....	6
3.3 - Nacionalização.....	6
3.4 - Padronização.....	7
3.5 - Automatização.....	7
3.6 - Modularidade e tempo de construção.....	8
3.7 - Potência.....	8
3.8 - Fator de disponibilidade.....	9
3.9 - Uso de tecnologias comprovadas no cenário mundial.....	10
3.10 - Uso de combustível mox (óxido misto urânio-plutônio).....	11
3.11 - Sistemas passivos de segurança.....	11
3.12 - Integração do sistema estatal com a iniciativa privada.....	12
4. CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES.....	12

REATORES NUCLEARES DE POTÊNCIA PARA O BRASIL

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado pela natureza no que diz respeito ao seu potencial hidrelétrico, que já é responsável por uma capacidade geradora instalada de cerca de 58.000 MW. Os estudos elaborados pela Eletrobrás, através do Plano 2015, indicam a existência de um potencial hidrelétrico remanescente de 136.000 MW médios, correspondentes a 274.000 MW instalados.

As soluções de um país, para satisfação de suas necessidades energéticas globais, e para geração de eletricidade em particular, devem contemplar as diversas possibilidades existentes, buscando uma composição que diminua, para a sua sociedade, o custo da energia utilizada, minimizando o impacto ambiental ao nível de sua aceitabilidade, e garantindo baixo risco de acidentes e alta confiabilidade no sistema.

O Brasil, com suas dimensões continentais, suas diversas bacias hídricas, suas reservas minerais, e suas possibilidades em termos de biomassa, deverá, também, vislumbrar uma composição com as demais formas de gerar eletricidade (além da hídrica), de modo a aumentar a garantia de suprimento de energia elétrica, minimizando a dependência de fornecimento externo de combustíveis e insumos necessários à geração elétrica.

O raciocínio lógico indica que o potencial hidrelétrico deverá ser o pilar central do nosso programa de geração de energia

elétrica. Os desdobramentos econômicos no aproveitamento desse potencial são inúmeros, e podem contribuir para o desenvolvimento nacional propiciando, inclusive, a criação de muitas oportunidades de trabalho e benefícios para o sociedade, principalmente se, com inteligência, eliminarmos os erros do passado e identificarmos o uso polivalente das barragens, que adicionalmente à produção de eletricidade podem concorrer para:

- a melhoria das condições de navegabilidade de nossos rios permitindo o transporte por via fluvial, em grande escala, de produtos primários;

- o incremento da piscicultura, que é uma atividade de grande importância sócio-econômica, pois outros países, como a China, utilizam-na como uma grande fonte geradora de proteínas;

- a irrigação adequada e eficiente de terras situadas nas suas cercanias e em regiões ribeirinhas;

- a criação de condições de lazer, etc

Entretanto, a dependência do regime climático introduz incertezas em um programa puramente hidrelétrico. Além disso, o potencial remanescente, embora ainda grande, não atenderá, a longo prazo, às necessidades nacionais de consumo de energia elétrica, sendo necessário, portanto, que se cogite, desde já, de uma complementação térmica mínima para atender a esse futuro aumento de demanda.

2. PERSPECTIVAS DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR NO CENÁRIO NACIONAL

Parece não haver dúvidas que a necessidade de um país dispor de energia se reveste de um aspecto estratégico de primordial

importância, e que esta importância aumenta com o grau de desenvolvimento da sua sociedade.

No caso específico do Brasil, apesar do seu vasto potencial hidrelétrico, também será preciso que se disponha de uma complementação térmica mínima, a qual, uma vez se tornando necessária, deve ser confiável. A certeza de se contar com esta complementação será tão maior quanto menor for a dependência de importação de combustível, e quanto maior for o domínio das tecnologias envolvidas nessa complementação.

As previsões mais recentes da Petrobrás indicam que, mantidos os níveis atuais de consumo, as nossas reservas estimadas de petróleo serão suficientes apenas para um período adicional de aproximadamente 20 anos, assumindo-se uma boa eficiência no seu aproveitamento.

Como as nossas reservas de carvão também não são das mais auspiciosas, pode-se inferir que a opção pela complementação térmica com utilização de combustíveis fósseis implicará em maior dependência de importações. Esta maior utilização de combustível importado poderia, eventualmente, redundar em menor custo por kwh para as companhias geradoras de eletricidade, mas não necessariamente representaria a melhor solução para a nossa sociedade.

Nossas reservas já conhecidas de urânio, que têm perspectivas de serem ampliadas com a continuação dos trabalhos de geologia e prospecção, fazem com que seja importante, ao menos, estudar e debater as possibilidades de utilização da energia nuclear nesta complementação térmica.

Realisticamente, as tentativas de utilização no Brasil de centrais nucleo-elétricas não tiveram o sucesso que era antecipado.

Na verdade, o cidadão brasileiro associa a energia nuclear a grandes dispêndios de recursos e a poucos resultados, e temos que concordar que até o momento existem razões para esta posição. Para que este quadro possa ser alterado, a utilização da energia nuclear como fonte de complementação térmica deve ser precedida por estudos e debates, pela análise das dificuldades técnicas e gerenciais havidas no passado, e pela criação de uma base tecnológica que permita uma abordagem profissional que conduza a decisões técnicas e econômicas adequadas ao nosso cenário.

Nas decisões relativas a esta complementação térmica mínima, devem ainda ser consideradas as peculiaridades do nosso país, onde, em contraposição a centros urbanos com grandes concentrações humanas, há vastas regiões com baixíssimas densidades demográficas; e no qual existe um imenso constraste sócio-econômico entre uma pequena parte da população, que desfruta de uma qualidade de vida próxima a de países do chamado primeiro mundo, e mais de 30 milhões de brasileiros, que sequer possuem eletricidade em suas casas.

Para que as decisões venham a ser acertadas, é importante, sobretudo, caracterizar que a complementação térmica mínima deve ser considerada, de fato, como complementar. No dimensionamento das unidades geradoras que serão responsáveis por esta complementação, deve-se ter em mente, portanto, que a água é o nosso "combustível" mais barato, o que sempre acarretará maior prioridade, no tocante à operação, das hidrelétricas em relação às demais unidades disponíveis no parque gerador.

Diferentemente dos combustíveis fósseis, que têm aplicações diversificadas (em alguns casos, a exemplo do combustível para aviação, ainda sem substituto), os combustíveis nucleares têm prati-

camente como única utilização a geração de eletricidade. A sua existência, com relativa abundância, em nosso território favorece a utilização deste energético.

A correta localização das unidades geradoras para esta complementação térmica mínima contribuirá, sobremaneira, para aumentar a confiabilidade da malha de distribuição e para diminuir o custo de operação. Deverá ser considerado que nestas condições a opção nuclear minimizará, em muito, os problemas logísticos de armazenamento e transporte do combustível.

3. REQUISITOS PARA AVALIAÇÃO DOS REATORES NUCLEARES DE POTÊNCIA PARA O BRASIL

Para aumentar a possibilidade de sucesso da energia nuclear na complementação térmica mínima, a seleção dos reatores a serem utilizados deverá levar em consideração os seguintes critérios:

3.1 - Segurança

Ao contrário das hidrelétricas, que tem suas localizações determinadas muito mais pela natureza do que pelo homem, as centrais térmicas podem ser localizadas próximas às principais fontes de consumo que, em última análise, foram também pelo homem localizadas. Esta maior flexibilidade de localização pode ser utilizada para aumentar a confiabilidade e a economicidade do sistema. O fato das centrais nucleares, em condições normais de funcionamento, poluírem muito menos que as termelétricas convencionais dá grande vantagem à opção nuclear. Entretanto, esta vantagem só poderá ser exercida se as

centrais nucleares tiverem alto grau de segurança, e se for possível assegurar e convencer o público desta condição.

3.2 - Flexibilidade de operação e capacidade de seguir a demanda

Na operação do sistema de geração de energia elétrica, como a água tende a ser sempre mais barata, ela terá, naturalmente, prioridade na utilização. Esta peculiaridade do sistema nacional implica na escolha de reatores com tamanho e características tais que permitam ser operados com grande flexibilidade, e seguindo, pelo menos parcialmente, a demanda.

3.3 - Nacionalização

Todos os países que planejaram uma participação significativa de nucleo-elétricas em seus parques geradores, fizeram-no contemplando a sua fabricação. A importação dessas centrias representaria, a uma grande sangria em suas economias e, em contrapartida, a sua fabricação gerou grande número de empregos e melhor qualificação de suas indústrias, em face das exigências de qualidade inerentes aos sistemas nucleares.

No mundo moderno o preço dos serviços tende a continuar aumentando. Não comprar "caixas pretas" e trabalhar com tecnologia nacional deixa portanto de ser sectarismo e ufanismo para ser uma necessidade econômica.

Neste cenário, os esforços nacionais de pesquisa e desenvolvimento, e sua interligação com nossa base industrial assumem importância fundamental.

Os empreendimentos na área energética são sempre capital-intensivo. Por esta razão, um programa de centrais baseado em importação é uma utopia impraticável.

O reator escolhido deverá ser compatível com as possibilidades de nossas bases tecnológica e industrial. Deverá ser dada importância à criação de laboratórios e instalações necessárias a homologar os diversos equipamentos, componentes, e a instrumentação utilizada. Esta é uma condição "sine qua non" para um processo de nacionalização responsável.

3.4 - Padronização

A análise dos diversos programas nucleares demonstra que a padronização é muito importante para o seu sucesso.

A padronização facilita a nacionalização, a operação e a manutenção.

Os problemas com licenciamento têm contribuído para o insucesso de alguns programas nucleares (inclusive o nosso). O uso de centrais padronizadas facilita em muito o licenciamento.

A padronização contribui também para diminuir o tempo de construção, fator muito importante em empreendimento capital-intensivo.

3.5 - Automatização

Os desenvolvimentos havidos nas áreas de eletrônica e sistemas de controle podem e devem ser utilizados para facilitar a operação e aumentar a segurança das centrais nucleares.

A automação contribui também para diminuir os custos de operação.

Na hipótese de utilização de comboios de centrais no mesmo sítio, é lógico e prático partilhar a mesma sala de controle, com células de controle independentes.

3.6 - Modularidade e tempo de construção

O preço das centrais nucleo-elétricas faz com que a programação de sua implantação tenha que ser compatibilizada, ao máximo, com o crescimento da demanda. O crescimento da demanda em cada região depende, por sua vez, do crescimento da economia, que tem, normalmente, alto grau de imprevisibilidade.

Trabalhar com módulos compatíveis com os saltos de crescimento de demanda em cada região, e com o menor tempo de construção praticável, é um importante fator para viabilizar economicamente a opção nuclear.

3.7 - Potência

Da mesma forma que a compatibilização com os saltos de demanda em cada região limitam a potência das centrais, existe também uma potência mínima, abaixo do qual fica sacrificada a economicidade do empreendimento.

Todo empreendimento nuclear implica no licenciamento de um sítio, e na capacitação e no treinamento de equipes. Esta mobilização faz com que exista uma potência mínima do módulo para justificar o empreendimento. Além disso, sempre que for possível,

deve-se contemplar a implantação de outros módulos no mesmo sítio, visando partilhar os serviços comuns.

A combinação dos requisitos de padronização, modularidade e automação faz com que fique simplificado, em muito, a implantação, operação e manutenção.

O "enginner's guess" do autor deste trabalho aponta na direção de sugerir a adoção, no Brasil, de dois módulos padrões de centrais: um menor, de 300 Mwe, outro, de maior porte, com 600 Mwe. O de trezentos megawatts seria adequado para as regiões com menor densidade de utilização de eletricidade, onde se espera menores saltos de demanda. Este módulo de 300 Mwe poderá constituir o primeiro esforço de nacionalização de centrais nucleares e tem grande potencial de exportação para países do terceiro mundo.

3.8 - Fator de disponibilidade

Por ser, em nosso país, destinada à complementação, a geração termelétrica tem que ser absolutamente confiável, ou seja, tem que estar disponível quando for solicitada, sob pena de se tornar desacreditada.

A padronização e a modularidade contribuem para atingir maior disponibilidade.

Os módulos de geração serão muito mais confiáveis se trabalharem com equipamentos e componentes que tiverem sofrido um rigoroso processo de homologação, e se for adotado um competente sistema de garantia de qualidade nas suas fabricações e montagens.

A legislação brasileira atual faz com que as centrais nucleares pertençam a estatais e possuam um complexo sistema de

remuneração da energia gerada. Na hipótese de se optar pela evolução para o regime de concessões (estatal ou não), o sistema de remuneração deve ser compatível com o fato das centrais nucleares terem funcionamento apenas complementar, e necessitarem de alto fator de disponibilidade.

O sistema de remuneração para a complementação térmica poderá assegurar um mínimo de lucratividade para as centrais que demonstrarem estar disponíveis, podendo se prever, inclusive, o faturamento por dia de disponibilidade, que seria acrescido de uma parcela correspondente ao real fornecimento de energia. Este critério levaria a se planejar centrais térmicas somente quando fossem necessárias, e evitaria a compulsão pela escolha injustificada de grandes módulos. Em contrapartida, não inibiria sua construção quando os estudos de confiabilidade de fornecimento assim o indicassem.

O alto fator de disponibilidade e a flexibilidade poderão determinar ainda o fracionamento do circuito secundário de nossas centrais. Assim, os módulos de 300 Mwe teriam dois circuitos de 150 Mwe, e os módulos de 600 Mwe teriam dois circuitos de 300 Mwe.

3.9 - Uso de tecnologias comprovadas no cenário mundial

Historicamente, o Brasil tem investido relativamente pouco em pesquisa e desenvolvimento. Problemas de gerenciamento tem comprometido os esforços de P&D e também o processo de absorção de tecnologia em nosso país.

Dentro deste cenário, torna-se necessário minimizar o risco, utilizando-se, no nosso esforço, tecnologias já consagradas no cenário mundial, e compatíveis com nossa capacidade industrial.

Este raciocínio nos conduz a adotar reatores resfriados a água e, preferencialmente, do tipo PWR para os nossos esforços de curto e médio prazos.

3.10 - Uso de combustível mox (óxido misto urânio- plutônio)

É muito importante que desde o início se considere a possibilidade de se acoplar os reatores da primeira geração a ser adotada, com as perspectivas de evolução para tecnologias futuras. As quantidades de plutônio já produzidas no mundo nas centrais já existentes, e a possibilidade de no futuro serem utilizados os reatores regeneradores, fazem com que seja desejável contemplar a possibilidade de utilização de combustível de óxido misto. Este requisito sugere reatores do tipo PWR, possivelmente com menor densidade de potência no núcleo.

3.11 - Sistemas passivos de segurança

As exigências relativas à segurança fazem com que seja desejável a utilização das tecnologias que estarão disponíveis no País em decorrência do esforço de desenvolvimento de moderna instalação de propulsão nuclear.

A combinação da experiência de projeto adquirida pela equipe que vem trabalhando no programa de propulsão nuclear, com a experiência e o acervo de detalhes mecânicos disponíveis pela existência de Angra I e Angra II, poderá conduzir, através de um esforço adequadamente coordenado, a reatores nacionais seguros, que incorporem esta moderna tendência.

3.12 - Integração do sistema estatal com a iniciativa privada

Realisticamente, não temos uma empresa privada nacional com capacidade para bancar o projeto e a fabricação de centrais nucleares.

O reconhecimento desta realidade e a busca da eficiência revelam que, no caso brasileiro, tal empreendimento só será possível se contar com o gerenciamento do governo, que seria responsável pela sua integração, a qual compreenderia a realização do projeto de detalhamento por empresas de engenharia nacionais, a fabricação dos componentes e equipamentos pela nossa indústria, e a construção das centrais por montadoras qualificadas do País.

Na França o sistema estatal conduziu maior parcela de esforço do que aqui se sugere, porque naquele país, as centrais nucleares tinham caráter primordial e não complementar. Este fato, aliado à urgência que tinham, justificou o modelo adotado pelos franceses.

4. CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES

Com racionalidade, bom gerenciamento, e a preocupação estratégica de independer de fornecimentos externos para suprimento do combustível e demais insumos para a geração de energia elétrica para a nossa sociedade, existe boa possibilidade da "complementação térmica mínima" vir a ter forte componente nuclear. A racionalidade conduz a não descartar, nesta complementação, o uso de outras con-

tribuições (carvão, gás, bagaço de cana, etc) em determinadas regiões, e em condições específicas.

A lógica indica que a dimensão da participação nuclear crescerá com o crescimento da demanda. Para termos condições de, em bases econômicas, explorarmos esta potencialidade de utilização da energia nuclear no Brasil, temos que estimular e ampliar o programa de pesquisa e desenvolvimento em curso, e capitalizar a experiência de operação das centrais Angra I e Angra II.

A amarga experiência do passado, que consistiu em planejar a aplicação de vultosos investimentos em curto prazo; em comprar grandes pacotes tecnológicos fechados, prevendo a utilização de centrais nucleares dimensionadas para um cenário bastante diferente da realidade brasileira; e em tentar "queimar etapas", dando grandes saltos sem a existência de uma base tecnológica nacional, não pode ser repetida se desejarmos o sucesso desta atividade em nosso país.

Por outro lado, o casamento das informações já disponíveis com os programas de pesquisa e desenvolvimento, e a elaboração de um planejamento realístico envolvendo as áreas tecnológica e energética, e as empresas nacionais, num esforço articulado, que preveja um crescimento modular, poderão reverter o cenário de utilização da energia nuclear no Brasil, que no momento parece ser desfavorável.

A atitude de preservar as nossas reservas uraníferas, evitando exportá-las em função de interesses a curto prazo, deve ser inserida nas nossas preocupações.

No que diz respeito ao ciclo do combustível nuclear, há que se reconhecer o sucesso do programa autônomo, que nos garante a base tecnológica de todas as etapas deste ciclo, com exceção do reprocessamento. Cumpre, entretanto, ressaltar, que por maior que

sejam as pressões internacionais, devemos empreender um programa que nos conduza à existência, sob controle, da atividade de reproprocessamento, indispensável para o prosseguimento a longo prazo dos nossos programas nucleares. Torna-se necessário também ampliar os esforços relativos a armazenamento de rejeitos, abordando os de alta atividade.

No tocante a reatores regeneradores, em face das nossas disponibilidades orçamentárias, pouco mais poderemos fazer a curto e médio prazo, que não seja acompanhar o esforço dos outros países, em particular o realizado pelo no Japão.

Finalmente, é importante enfatizar que um programa de desenvolvimento de reatores exige uma forte base experimental. Nunca houve, em nenhum país, um grande programa de centrais baseado somente na importação de tecnologia. Esta base experimental, no caso do Brasil, (como ocorreu nos outros países) deve englobar a existência de um pequeno reator de potência e de um reator de teste de materiais.

No momento está sendo iniciada no Brasil a construção de um pequeno reator de 11 Mwe de potência, e está sendo projetado um reator de teste de materiais. A união de esforços no sentido de completar estas duas ferramentas indispensáveis, e sua ampla utilização pela comunidade nuclear, constituirão um grande passo para viabilização de um programa nacional de centrais-nucleares.