



XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA
Rio de Janeiro, 17 a 19 de novembro de 2008
Centro de Convenções SulAmérica
TEMA OFICIAL
"Desafios do Setor Energético Brasileiro"

A RETOMADA DA OPÇÃO NUCLEOELÉTRICA E OS SEUS DESDOBRAMENTOS NO CONE SUL

JOÃO ROBERTO LOUREIRO DE MATTOS

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN
Comissão Nacional de Energia Nuclear- CNEN
Tel. (031) 3069-3206 E-mail: jrmattos@cdtn.br

MARCIO SOARES DIAS

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN
Comissão Nacional de Energia Nuclear- CNEN
Tel. (031) 3069-3217 E-mail: marciod@cdtn.br

Resumo: A retomada da energia nuclear como opção viável para inserção na matriz elétrica brasileira era considerada improvável pela opinião pública e mídia em geral até o ano 2006. Desde o ano de 2004, membros do setor nuclear já indicavam os indícios desta retomada, que passou a assumir, a partir do ano de 2008, um caráter concreto e oficial no âmbito governamental e que agora passa a ser disseminado também para a sociedade brasileira. O Plano Nacional de Energia 2030, emitido recentemente pela Empresa de Pesquisa Energética, oficializa um cenário de referência para a retomada da opção nuclear no País. Este cenário inclui a conclusão de Angra 3, até 2014, e a construção de mais quatro centrais nucleares de 1000 MWe: uma quarta central até 2020, uma quinta central até 2025 e a sexta e a sétima centrais até 2030. Somado a estas alterações, em fevereiro de 2008 os presidentes do Brasil e da Argentina assinaram uma declaração conjunta para a cooperação nuclear entre os dois países, incluindo o estudo de um reator de potência que atenda às necessidades elétricas de ambos os países. Esta retomada traz consigo importantes desdobramentos para o setor industrial.

Palavras Chaves: energia nuclear, planejamento 2030, Brasil, Argentina.

INTRODUÇÃO

Por solicitação do Presidente da República, no ano de 2004 foi iniciado um trabalho interministerial, voltado à revisão do Programa Nuclear Brasileiro (PNB), tomando como base e parâmetros as grandes mudanças políticas, econômicas sociais e tecnológicas nacionais e internacionais. Este trabalho segue uma metodologia dividida em 4 fases, conforme instruções contidas no Aviso no. 144/MCT, de 02 de junho de 2004:

Fase 1: formulação de cenários possíveis e desejáveis pelas instituições gestoras de áreas nucleares (CNEN, INB, NUCLEP, CTM-SP, ELETRONUCLEAR) – finalizada em 2004.

Fase 2: seleção das melhores opções de cenários pelos representantes dos ministérios MCT, MME, MPOG, MD, MRE e Casa Civil – finalizada em 2004.

Fase 3: decisão ministerial; os Ministros das áreas afeitas escolheram um ou mais cenários a serem encaminhados ao Presidente da República – concluído 2007.

Fase 4: decisão e encaminhamento – em andamento.

Um dos motivadores para este trabalho foi sem dúvida a necessidade de considerar as opções de fontes de energia para sustentar o desenvolvimento econômico do País a curto, médio e longo prazos. Os parâmetros para esta avaliação e decisão deveriam considerar aspectos globais das alterações climáticas, dos compromissos com metas de impacto ambiental, instabilidades políticas regionais e vulnerabilidade econômica frente aos custos e escassez de combustíveis e de aceitação pública.

Em termos de geração de energia elétrica, o Brasil ocupava em 2003 a 10ª posição mundial. Entretanto, passava a ocupar a 90ª posição em termos de consumo per capita (International Energy Annual 2003 apud Silva, 2006). Conforme avaliação de Mattos e Dias (2007), tendo por base a análise 2006 do International Energy Outlook – 2006, o consumo brasileiro de energia elétrica crescerá de 371 bilhões de kWh em 2003 para 871 bilhões de kWh em 2030, ou seja 135% no período e cerca de 30% superior ao crescimento mundial, o que já era considerado um enorme desafio tendo em vista gargalos previstos em processos de concessão de licenças

ambientais e na disponibilidade de mão-de-obra especializada necessária para conduzir um vasto conjunto de obras de infra-estrutura projetadas para este período.

O documento Matriz Energética Nacional 2030, editado em novembro de 2007 pela Empresa de Pesquisa Energética, coloca a projeção de demanda em patamar ainda mais elevado. Prevê para o cenário denominado B1, um consumo de 1.030 TWh em 2030, ou seja um crescimento de 180% no período 2005-2030. Esta demanda deverá atendida com um acréscimo cerca de 130% na capacidade hidráulica instalada, 160% de acréscimo na capacidade termelétrica instalada, na qual a nuclear está inserida, e cerca 23 vezes de acréscimo na capacidade instalada de fontes alternativas. Neste cenário, para que exista uma oferta adequada de energia no País não é possível prescindir de qualquer fonte de energia, inclusive a nuclear, cujo crescimento de capacidade instalada deverá ser de cerca de 265%, passando de 2000 MWe em 2005 para 7300 MWe em 2030.

O Ministro de Ciência e Tecnologia anunciou em maio de 2008, que o Presidente Luis Inácio Lula de Silva está em vias de assinar um decreto para criar o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, como desdobramento da Fase 4, iniciativa que pretende promover o enriquecimento de urânio; planejar novas usinas termonucleares a serem construídas até 2030 e; ampliar a capacitação de profissionais para o uso da medicina nuclear. Os estudos desta comissão, previsto para ser desenvolvido em vários meses de trabalho, deverá contemplar os impactos desta retomada e avaliação de cenários, alguns dos quais analisadas no presente trabalho.

A RETOMADA DA OPÇÃO NUCLEAR

Sendo isenta de emissões de gases de efeito estufa, a energia nuclear retornou à agenda da matriz energética de diversos países. Os problemas de aquecimento global levaram ambientalistas proeminentes a repensarem suas oposições em relação à energia nuclear. Não somente pelo aspecto ambiental, mas também por aspectos econômicos e estratégicos, o renascimento nuclear contém ainda (a) o crescimento da aceitação pública, em face a demonstração histórica de

segurança, (b) a competitividade econômica nos custos de geração, (c) a incorporação de inovações e desenvolvimentos tecnológicos com impactos na redução de barreiras como custos dos investimentos de capital e destinação dos rejeitos radioativos.

A face mais visível desta retomada é mostrada pelo aquecimento no mercado internacional de urânio com os aumentos do preço e do volume negociado. Desde o histórico preço baixo de 2001, US\$ 15/kgU₃O₈, o custo do urânio no mercado a vista alcançou US\$ 94/kgU₃O₈ em abril/2006 e US\$ 249/kgU₃O₈ em abril/2007 (UxC, 2007); um aumento de 16 vezes em 6 anos. Atualmente o preço do urânio alcança US\$ 132/kgU₃O₈ (maio/2008). O volume de equivalentes de U₃O₈ negociado por meio de contratos a termo em 2005 mais que dobrou o recorde histórico de 1996. Como medida preventiva à especulação estes dados de contratos não estão disponíveis nos sites abertos. Atualmente, 30 centrais nucleares estão em construção no mundo (IAEA, 2007); no entanto, o crescimento projetado de 104% no consumo mundial de eletricidade entre 2003 e 2030, conforme avaliações do EIA/DOE (2006), é o desafio que persiste e significa dobrar em cerca de 25 anos a capacidade de geração instalada no século XX.

A EXPANSÃO DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

No Brasil, a falta da energia em 2001 indicou claramente a vulnerabilidade do sistema elétrico brasileiro, que é baseado na água, uma fonte de energia renovável com uma vantagem indiscutível, mas que inclui também um risco: depende dos ciclos naturais para sua renovação e estes ciclos apresentam sucessões entre períodos mais secos e chuvosos. Conseqüentemente, a fim conferir confiabilidade ao sistema elétrico brasileiro é vital contar com um portfólio de fontes de energia diferentes. A fonte nuclear é certamente uma das opções para compor este portfólio, uma vez que as centrais de Angra I e II tiveram um papel chave para suportar a demanda de eletricidade e para mitigar o impacto da falta da energia em 2001. Ambas centrais operaram continuamente, a plena carga e ao longo de todo o período do chamado “apagão”.

Conjugado aos riscos da falta de água, a demanda por um maior crescimento econômico renovou o interesse por projetos de geração de energia no Brasil. As opções sob consideração incluem a

expansão da exploração do gás natural, da biomassa, da geração de hidroeletricidade na Amazônia e nas usinas nucleares. Com relação à fronteira de expansão da geração hidrelétrica, deve-se considerar que as condições topográficas da Amazônia são bastante diferentes da região do Sudeste, onde estão as grandes represas para a geração hidrelétrica e onde está concentrada a capacidade principal de reservação de água. Na região Sudeste há um desnível de 700 a 800 metros entre o mar e o planalto. Os grandes reservatórios de água foram construídos usando este desnível.

Na Amazônia a topografia é plana. Mesmo aumentando a área inundada não há aumento significativo na capacidade reservação de água, fato que conjugado com os ciclos naturais (secos e chuvosos) pode amplificar o risco de faltas de água. A fim de impedir a falta de energia elétrica em um sistema hidrelétrico ampliado na direção Amazônia, é importante ter a sustentação termoelétrica, que independa dos ciclos naturais, a fim de conferir diversificação e confiabilidade ao sistema elétrico brasileiro. As opções para a geração termoelétrica estão apresentadas na Tabela 1, com seus preços comparativos. A fonte nuclear aparece como economicamente competitiva, não vulnerável às influências externas, não intensiva em ocupação de terras e demanda por água, passível de instalar próxima ao consumo e isenta de emissões de gases que provocam o efeito estufa. A distribuição das reservas de urânio no território nacional está mostrada nas Figuras 1 e 2.

A opção nuclear no Brasil, até recentemente defendida na sua dimensão puramente estratégica, passa também a ser importante contribuição do ponto de vista da diversificação e regulação termoelétrica, necessária para conferir confiabilidade ao sistema elétrico brasileiro.

Nas condições atuais de mercado, a construção da usina nuclear de Angra 3 poderá fornecer energia ao custo de R\$ 137,00/MWh, o que aproxima o preço da energia nuclear dos últimos preços registrados para a energia termelétrica leiloadada pelo governo. Adicionalmente, é uma fonte de geração que não contribui com emissões de CO₂, em consonância com os requisitos internacionais vinculados à questão ambiental.

Tabela 1: Opções térmicas nacionais (Silva, 2006)

Combustível	Volatilidade de Preços	Emissão de CO₂	Oferta Nacional	Custo de Geração (R\$/MWh)
Carvão	Estável nacional	Sim muita	Limitada localizada	~ 145
Biomassa	Estável nacional	Não	Limitada localizada	~ 110 segue gás e carvão
Gás Natural	Volátil commodity	Sim pouca	Ampla requer transporte	~ 150
Petróleo	Volátil commodity	Sim muita	Ampla requer transporte	> 150
Nuclear Angra 3	Estável nacional	Não	Ampla transporte fácil	~ 137

O BRASIL E O SEU CAPITAL ENERGÉTICO NUCLEAR:

Reservas Indicadas e Inferidas: Com 1/3 de seu território prospectado, as reservas geológicas de urânio no Brasil alcançam 309 mil toneladas, conforme quantidades indicadas e inferidas. No contexto de recursos adicionais a estimativa brasileira é de 800 mil toneladas de U₃O₈ (Tavares, 2004; Silva, 2006) e, de acordo com esta avaliação, o país passa a ser a 3^a reserva mundial.

Reservas Geológicas Adicionais: Deve-se considerar que a prospecção de urânio no Brasil foi encerrada na década de 1970, com uma tecnologia que identificou, basicamente, ocorrências superficiais. Daquela época para cá a tecnologia de prospecção teve grandes avanços. A retomada da prospecção de urânio, muito provavelmente, confirmará o Brasil como uma das maiores reservas mundial desse minério.

Planos das Indústrias Nucleares do Brasil: Outro aspecto importante a ser enfatizado é que a ocorrência de urânio sempre vem associada a outros minerais de grande valor comercial. Dentre estes minerais encontram-se as presenças de fosfato e de elementos raros, como nióbio, tântalo, ítrio, etc, que tornam comercialmente valiosa a exploração do urânio brasileiro (Esteves, 2006).

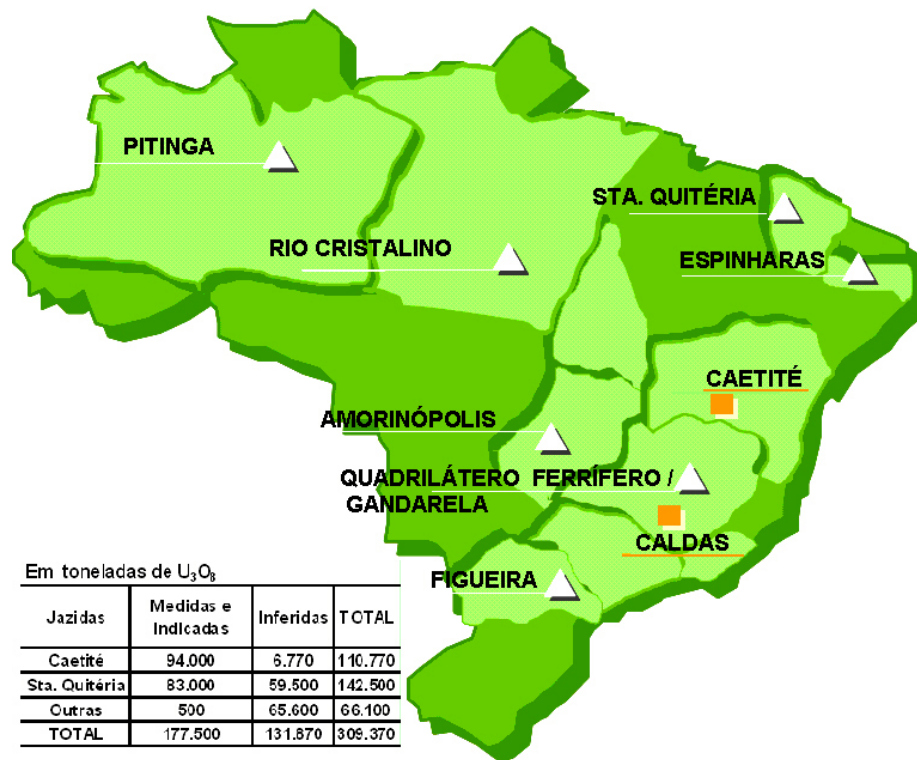


Figura 1. Reservas geológicas de urânio indicadas e inferidas (TAVARES, 2004)

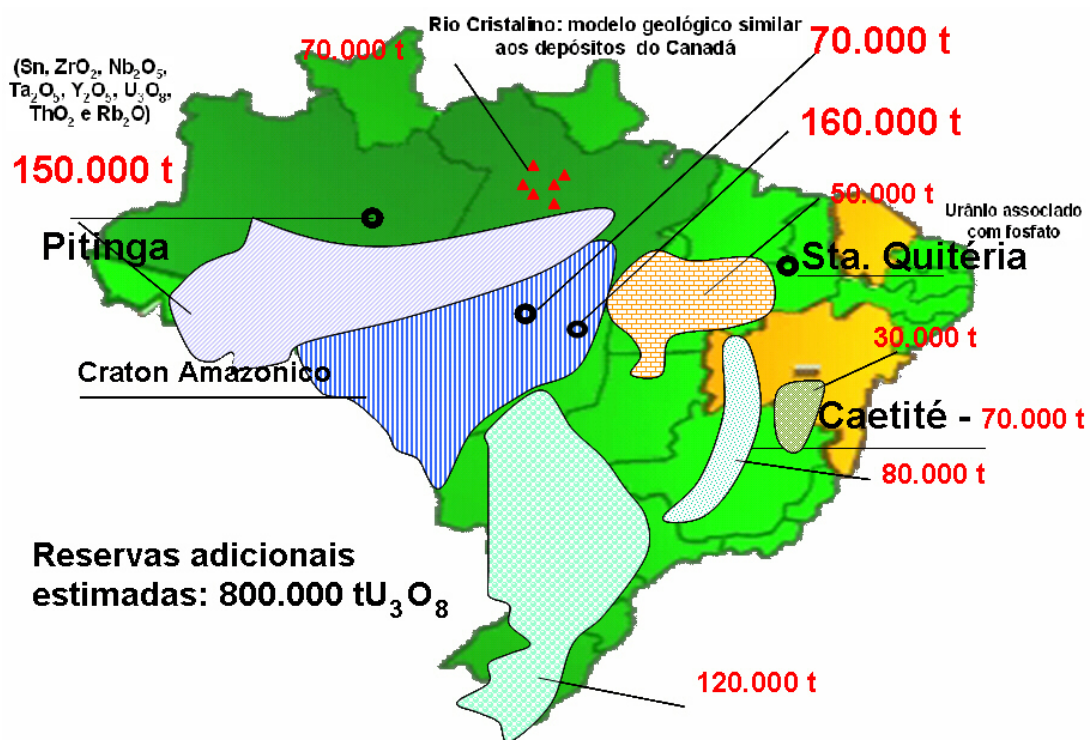


Figura 2. Reservas adicionais de urânio (TAVARES, 2004)

No aspecto econômico, a ocorrência de Santa Quitéria, por exemplo, está associada com o fosfato, cuja exploração contribuirá para a eliminação da dependência externa e aumento significativo no

superávit da balança comercial brasileira, uma vez que a importação de fosfato, pelo País em 2003, superou US\$ 2,5 bilhões. As Indústrias Nucleares do Brasil (INB), empresa responsável pela exploração do ciclo do combustível nuclear, está em negociações para firmar parcerias com empresas privadas para a exploração do depósito de Santa Quitéria (CE), considerada a maior reserva de urânio do país. Dados da INB mostram que a viabilidade econômica do local é dependente da exploração do fosfato associado, ou seja, a extração de urânio está condicionada à produção de ácido fosfórico, que é o insumo utilizado na produção de fertilizantes.

Com a conclusão de Angra III a indústria nuclear brasileira fica próxima de sua sustentabilidade e autonomia econômica. Entretanto, investimentos são ainda necessários para a conclusão de instalações de diversas etapas do ciclo, em especial o enriquecimento do urânio e, neste sentido, contribui a exploração comercial do urânio, conforme apresentado pelo presidente da INB (Esteves, 2006).

A conclusão da primeira fase industrial da usina de enriquecimento foi adiada de 2008 para 2010, quando a capacidade instalada — 114 mil Unidades de Trabalho de Separação (UTS) — deverá suprir 60% do combustível consumido nas usinas de Angra 1 e 2. O abastecimento de Angra 3 demandará nova expansão e a segunda etapa do projeto, que elevará a capacidade de produção para 203 mil UTS (Dantas, 2005). De acordo com o The Ux Consulting Company (<http://www.uxc.com>) o trabalho separativo de enriquecimento, no mercado a vista, alcançou US\$ 138/UTS em abril de 2007.

A construção da usina nuclear Angra 3 insere-se no contexto de diversificação das fontes primárias da Matriz Energética Nacional. O urânio é combustível de origem nacional e monopólio da União. Portanto, são mitigados os efeitos das flutuações no mercado internacional, os riscos e impactos de sua participação no custo futuro de geração.

Atualmente, a INB desenvolve ações de mineração e beneficiamento na região de Caetité (BA). A produção é de aproximadamente 400 toneladas por ano, suficiente para abastecer as usinas de Angra I e Angra II. A mina de Santa Quitéria (CE) será fundamental para garantir o atendimento

a todo o mercado nacional. A INB planeja dobrar a produção de Caetité nos próximos dez anos, para que a mina passe a produzir 800 toneladas anuais de urânio. Dados da INB (Figura 1) mostram que a reserva de Caetité é estimada em 100 mil toneladas de urânio, o que seria uma quantidade suficiente para abastecer as três usinas de Angra dos Reis por cem anos.

Quantificação de reserva estratégica de urânio: Segundo o Presidente da Eletronuclear, Othon L. P. da Silva (Silva, 2006), existe um potencial de 13.000 MW nucleares a serem instalados nos próximos 30 anos (até 2035). Sua implementação pode ser conduzida com 10 usinas do porte de Angra 2 e 3 ou; 20 usinas do porte de Angra 1 ou; 13 usinas de 1000 MW. Do ponto de vista de cronograma, isto representa uma nova usina aproximadamente a cada três anos, localizada preferencialmente no Nordeste, região com a maior carência de fontes primárias e, portanto, maior risco de déficit.

Considerando as potências de Angra I e II (2007 MW) e a operação em 330 dias do ano, a taxa de consumo de urânio é expressa como 232 tU₃O₈/1000 MW.ano, conforme avaliação de Mattos e Dias (2007). Deve-se atentar que este consumo é bastante conservador, pois não considera o uso de novos combustíveis de alta queima, já em início de utilização pelos reatores de Angra I e II e que apresentam maior eficiência e menor consumo.

A Tabela 2 mostra que a reserva de 220 000 tU₃O₈ permite a operação de 13 centrais ao longo de toda a vida útil (60 anos). Nesta condição idealizada, a potência nuclear instalada terá a evolução mostrada na Figura 3 e a última central seria retirada de operação em 2102.

Tabela 2: Evolução do consumo de U₃O₈ para cenário de reserva estratégica

Centrais	Vida útil	Consumo Anual (tU ₃ O ₈)	Consumo acumulado por central (tU ₃ O ₈)										
			2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110
Angra I	1985-25	152,7	763	2290	3053								
Angra II	2000-60	313,7	1568	4705	7842	10979	14116	17253					
Angra III	2012-72	313,7		2509	5646	8783	11920	15057	18194	18821			
Usina 1*	2015-75	302,1		1510	4531	7552	10572	13593	16614	18124			
Usina 2*	2018-78	302,1		604	3625	6645	9666	12687	15707	18124			
Usina 3*	2021-81	302,1			2719	5739	8760	11781	14801	17822	18124		
Usina 4*	2024-84	302,1			1812	4833	7854	10874	13895	16916	18124		
Usina 5	2027-87	302,1			906	3927	6948	9968	12989	16010	18124		
Usina 6*	2030-90	302,1				3021	6041	9062	12083	15103	18124		

Usina 7*	2033-93	302,1				2114	5135	8156	11176	14197	17218	18124	
Usina 8*	2036-96	302,1				1208	4229	7250	10270	13291	16312	18124	
Usina 9*	2039-99	302,1				302	3323	6343	9364	12385	15405	18124	
Usina 10*	2042-02	302,1					2417	5437	8458	11479	14499	17520	18124
Total acumulado			2332	11619	30135	58157	94033	130514	163857	192577	211305	219763	220367

* Potência das Usinas de 1 a 10 – 1.3000 MWe

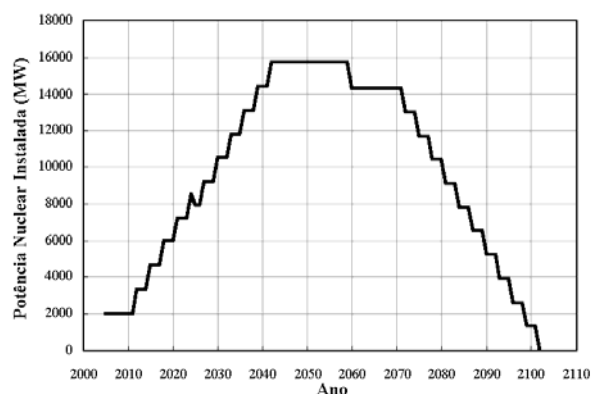


Figura 3: Evolução da potência nuclear instalada.

Consumo máximo de urânio para o cenário do PNE 2030: O Plano Nacional de Energia 2030, emitido recentemente pela Empresa de Pesquisa Energética, oficializa um cenário de referência para a retomada da opção nuclear no País. Este cenário inclui a conclusão de Angra III, até 2014, e a construção de mais quatro centrais nucleares de 1000 MWe; uma quarta central até 2020, uma quinta central até 2025 e a sexta e a sétima centrais até 2030. A partir de consumo anual da avaliação de Mattos e Dias (2007), o consumo total para uma vida útil 60 anos para o parque nuclear previsto no PNE 2030 será de aproximadamente 95 mil toneladas de U_3O_8 , com uma larga margem em relação à reserva estratégica, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Evolução do consumo de U_3O_8 para cenário do PNE 2030

Centrais	Vida útil	Consumo Anual (tU_3O_8)	Consumo acumulado por central (tU_3O_8)										
			2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110
Angra I	1985-25	152,7	763	2290	3053								
Angra II	2000-60	313,7	1568	4705	7842	10979	14116	17253					
Angra III	2012-72	313,7		2509	5646	8783	11920	15057	18194	18821			
Usina 1**	2015-75	232		1163	3489	5815	10572	10467	12793	13955			
Usina 2**	2018-78	232		465	2791	5117	7443	9769	12094	13955			
Usina 3**	2021-81	232			2094	4419	6745	9071	11397	13723	13955		
Usina 4**	2024-84	232			13954	37211	6048	8373	10699	13025	13955		

** Potência da Usinas de 1 a 4 – 1.000 Mwe

OS DESAFIOS DA INTEGRAÇÃO NUCLEAR NO CONE SUL

Até recentemente, a Argentina era auto-suficiente em petróleo e gás e exportava combustíveis. A partir de 2005, não pôde honrar integralmente contratos de fornecimento de gás ao Chile e em 2006 suas usinas termoeletricas passaram a depender do gás importado da Bolívia. Suas reservas provadas de petróleo não deverão durar mais de 10 anos (O Estado de São Paulo, 2006). No inverno de 2007 a crise de energia já era evidenciada por vários *blackouts* ocorridos na cidade de Buenos Aires.

No cenário de opções de fontes de energia para superar a crise energética e sustentar o seu desenvolvimento econômico, a Argentina decidiu investir na expansão do seu parque nuclear e em grandes hidrelétricas. No setor nuclear decidiu reiniciar a construção de sua terceira usina nuclear, prevista para ser concluída em 2009/10, e desenvolver planos preliminares para a construção de uma quarta usina, ambas centrais do tipo CANDU de 745 MWt cada. Tem ainda a intenção de retomar o processo de enriquecimento de urânio para fins pacíficos.

O governo argentino pretende investir também na produção de hidroeleticidade, construindo grandes usinas em sociedade com o Paraguai e o Brasil, nos Rios Paraná e Uruguai, além de aumentar a capacidade da Usina de Yaciretá.

O dinamismo da indústria nuclear argentina tem sido mais intenso do que o da indústria brasileira com uma inserção internacional bem definida. Enquanto o Brasil investiu no desenvolvimento da tecnologia de enriquecimento por ultracentrífugas e na construção de pequenos reatores, para aplicação naval e em áreas isoladas do País, a Argentina por meio da empresa estatal Invap, diversificou as suas atividades passando a exportar seus produtos e se tornar menos dependente de subsídios governamentais. O resultado dessa política foi a exportação de reatores de radioisótopos para o Peru, para a Argélia, para o Egito e para Austrália (O Estado de São Paulo, 2006).

Em 22 de fevereiro de 2008 os presidentes do Brasil e da Argentina assinaram uma declaração conjunta, cujo item 7 trata da cooperação nuclear (MRE, 2008). Esta declaração estabelece "...a constituição de uma comissão binacional responsável pelo desenvolvimento de um modelo de

reator nuclear de potência que atenda às necessidades dos sistemas elétricos dos dois países e, eventualmente, da região. Determinar também que, até agosto de 2008, a referida comissão binacional elabore relatório específico de ação com esse fim.”

Sem dúvida a união das indústrias do setor nuclear do Brasil e da Argentina fortaleceria esta atividade no cone sul, entretanto necessita equacionar os diferentes caminhos tecnológicos adotados por cada um dos países.

A Argentina optou pela tecnologia do *Pressurized Heavy Water Reactor* (PHWR ou CANDU), que utiliza Urânio Natural (0,7% U_{235}), ou levemente enriquecido (1,2% U_{235}), e por isso necessita de um moderador mais eficiente, no caso a água pesada D_2O .

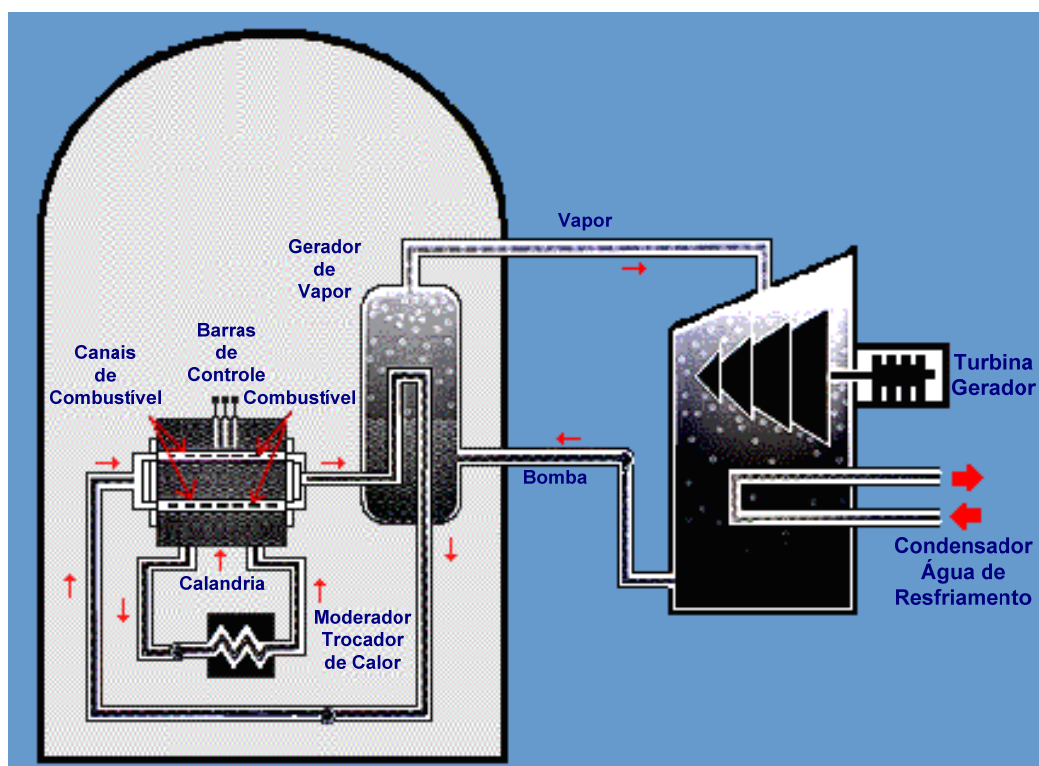


Figura 4 – Esquema do reator CANDU

Na tecnologia do reator PHWR, gasta-se menos na produção do combustível, mas o investimento é alto para a obtenção da água pesada, que é um processo intensivo no uso de energia.

O Brasil optou pela tecnologia *Pressurized Water Reactors* (PWR) que utiliza combustíveis com enriquecimento até 5% em massa de U_{235} e água leve. Para a tecnologia PWR os gastos com a água são relativamente baixos, mas o custo de obtenção do combustível enriquecido é mais alto e intensivo no uso de energia.

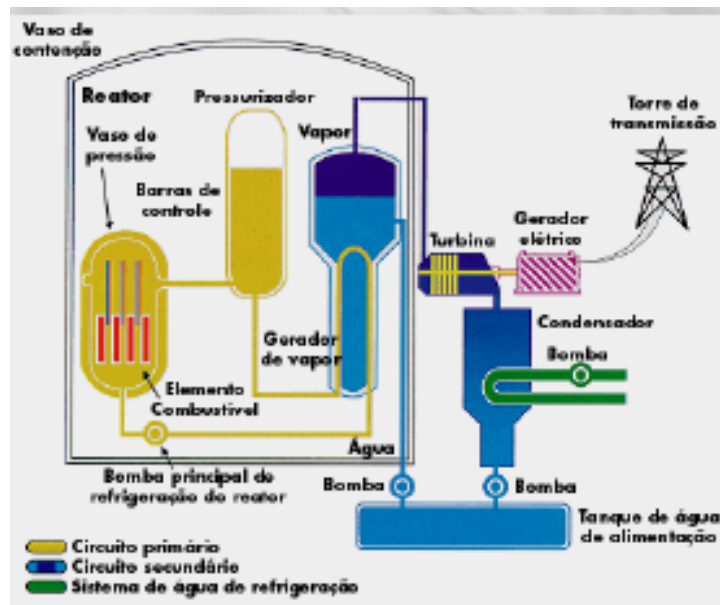


Figura 5 – Esquema de um reator PWR

Especialistas do Brasil e da Argentina reuniram no final de maio de 2008 para estabelecer as bases para da cooperação prevista na declaração conjunta de fevereiro de 2008. Foi constatada a uma série de interfaces possíveis de cooperação com benefício mútuo. Quanto a um projeto de reator nuclear binacional, estudos mais aprofundados deverão ser feitos pelas empresas do setor industrial dos dois países (Eletronuclear, NUCLEP, INB, NA-SA, INVAP, CONUAR).

CONCLUSÕES:

Sem ônus adicional para o Tesouro Nacional, a sustentabilidade e autonomia econômica do setor nuclear pode ser alcançada com base nos seguintes fatos e ações:

- A reserva estratégica de urânio para o cenário hipotético de 16.500 MWe instalados, ao longo do século XXI, é de 220 mil toneladas de U_3O_8 . Os recursos de urânio adicionais do País são estimados acima de 800 mil toneladas de U_3O_8 ;
- Em grande parte dos recursos geológicos não convencionais e adicionais do País, o urânio é um subproduto, cujo beneficiamento permitirá uma margem de lucratividade significativa, em particular frente aos atuais preços de mercado;

- Os recursos financeiros obtidos com a exportação de parte dos excedentes de urânio podem ser direcionados para (a) instalação das usinas de tratamento e beneficiamento de urânio, (b) antecipar a conclusão dos investimento das etapas do ciclo, em especial do enriquecimento, que permitirá maior agregação de valor ao produto nuclear brasileiro, (c) financiamento de parte da construção de novas centrais, (d) financiamento da pesquisa e desenvolvimento da energia nuclear e (e) financiamento da formação de mão de obra especializada em apoio ao crescimento da energia nuclear no País.

Com relação à integração das ações do setores nucleares do Brasil e Argentina:

- Foram identificadas várias frentes de cooperação, com benefício mútuo para ambos os países, nas áreas industrial e de P&D e que podem ser implementadas no curto prazo;
- A definição de um modelo de reator comum que atenda a ambos os países demanda estudos mais aprofundados a serem feitos pelas empresas do setor industrial dos dois países.

REFERÊNCIAS

Dantas, C. Urânio produzido em escala industrial. *Correio Braziliense*, 29 Dez. 2005.

Dias, M.S.; Mattos, J.R.L. Renascimento Nuclear: o mundo não tem mais dúvidas. In: *Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, II*. Set. 2007, Vitória. *Anais...*, Vitória: ABEE/UFES, 2007.

EIA/DOE - Energy Information Administration. *International energy outlook – 2006*, June 2006a, (DOE/EIA-0484(2006)). Disponível em: www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Matriz Energética Nacional 2030 – Documento Final*. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf. Acesso em maio de 2008.

Esteves, R. Programa Estratégico da INB. In: *Encontro Nacional: A Indústria e o Programa Nuclear Brasileiro, Palestra* na Confederação Nacional da Indústria, out. 2006.

IAEA - International Atomic Energy Agency. *Data Center*, April 2007. Disponível em:
<http://www.iaea.org/DataCenter>.

Mattos, J.R.L.; Dias, M.S. Brasil nuclear: da estagnação ao crescimento. In: *Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, II*. Set. 2007, Vitória. *Anais...*, Vitória: ABEE/UFES,

Mattos, J.R.L.; Dias, M.S. *Brasil nuclear: oportunidades e sustentabilidade*. CDTN/CNEN, março 2007 (PCDTN-960/2007).

Mattos, J.R.L.; Dias, M.S.; Jordão, E.; Vasconcelos V. Indecisão nuclear: prejuízo no passado e um risco para o futuro. In: *Congresso Brasileiro de Energia, XI*, Ago. 2006, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro: COPPE, 2006, v. IV, p. 2193-2200.

MRE – Ministério das Relações Exteriores. *Declaração Conjunta*. Visita de Estado do Presidente Luis Inácio Lula da Silva, 22 de fevereiro de 2008. Buenos Aires. Disponível em
<http://www2.mre.gov.br/dai/b_argt_432_4615.htm. Acesso em: 14 de maio de 2008.

O programa nuclear argentino. *O Estado de São Paulo*, Notas e Informações, 22 Ago. 2006.

Silva, O.L.P. Angra III – Inserção no sistema elétrico nacional. *Palestras* apresentadas no Conselho Empresarial de Energia, Associação Comercial do RJ, abr. 2006 e no *Encontro Nacional: A Indústria e o Programa Nuclear Brasileiro*, Confederação Nacional da Indústria, out. 2006

Tavares, A.M. Tema 1 - Aspectos econômicos e estratégicos da exploração do urânio. In: *Encontro 2004 sobre as Perspectivas da Energia Nuclear*, out. 2004, Angra dos Reis, CDTN/CNEN, 2004.

UxC, The Ux Consulting Company, LLC, Disponível em: <http://www.uxc.com>. Acesso em 04/2007.