



HISTÓRIA DAS USINAS NUCLEOELÉTRICAS NO BRASIL

Anya Cabral

anyacabral@gmail.com

RESUMO

Este artigo trata da história da energia nucleoeletrica no Brasil. Distinguem-se três momentos que correspondem às construções de Angra I, de Angra II e do novo plano de expansão nucleoeletrica que inclui a finalização de Angra III. Nos três momentos, a opção nuclear foi apresentada como uma necessidade imediata para garantir a oferta de eletricidade. Essa presunção revelou-se inadequada. O viés de curto prazo imperante adiou o desenvolvimento de uma tecnologia nacional de reatores.

Palavras-Chave: Política nuclear brasileira. Usina nucleoeletrica.

ABSTRACT

When reviewing the history nucleoelectric energy in Brazil three major moments can be seen. They correspond to the built up of Angra I, Angra II and to the plan for expansion of nucleoelectric capacity. That shall include Angra III. In the three moments the nuclear option were presented as an immediate need to sustain electricity supply. However in all cases that assumption was incorrect. The prevailing short run bias postponed the development of a national technology for build reactors.

Keywords: Brazilian nuclear political. Nucleoelectric plant.

1 INTRODUÇÃO

A opção nucleoeletrica brasileira remonta à década de 1950 e se realiza em três atos. O primeiro refere-se à construção de Angra I; o segundo, ao Acordo Brasil-Alemanha; e o terceiro, à decisão de construir novas usinas nucleares e finalizar a construção de Angra III. Nesse lapso de tempo, graças à Marinha do Brasil, o país adquiriu o domínio do ciclo do combustível nuclear, porém não completou o projeto de desenvolver um reator brasileiro. Nos três momentos, a alternativa nucleoeletrica foi proposta como uma necessidade imediata para a expansão da energia elétrica predominantemente hidrica justificando a aquisição de reatores de tecnologia estrangeira, ao invés de investir no desenvolvimento de um reator próprio, perpetuando as decisões de curto prazo. Este artigo apresenta-se como uma revisão critica desse processo, contemplando os deslocamentos nas condições do país para se conduzir de modo independente.

2 PRELÚDIO

A construção de usinas nucleares no Brasil já fazia parte dos objetivos do Programa de Metas do presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961) (BRASIL, 1958). O Programa era baseado em estudos da Comissão

Mista Brasil - Estados Unidos realizados durante o segundo governo do presidente Vargas (1951-1954). A energia era considerada estratégica para a industrialização e constituía um ponto de estrangulamento na economia brasileira (ROEPER, 2007). A instalação de uma usina termoelétrica de 10 MW constava, juntamente com a expansão da metalurgia dos minerais atômicos da meta 2 do Programa (BRASIL, 1958). Em 1956, a empresa estadunidense Amforp (American & Foreign Power Co.), que até 1965 controlava diversas concessionárias de energia no Brasil, avaliou a viabilidade da instalação de uma usina de 10MW, a ser localizada em Cabo Frio, RJ (LEITE, 1997). O projeto foi abandonado em razão do alto custo do KW instalado (US\$ 2000,00, a preços de 1956).

A recém criada CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), vinculada à Presidência da República foi encarregada de propor medidas para orientar a política nuclear (BRASIL, 1956), anteriormente atribuída ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisas). Em 1958, o governo brasileiro assinou um acordo com a França, com um financiamento de 4,8 milhões de dólares, de um projeto que incluía a construção de uma usina nuclear com capacidade de 10MW, em Areal, no Rio de Janeiro; de uma fábrica de beneficiamento de urânio para produção de *yellowcake*, em Poços de Caldas, Minas Gerais e de uma usina de conversão em São Paulo (CAMARGO, 2006).

A Superintendência do Projeto Mambucaba, criada na CNEN pelo decreto 47.574/1959, foi encarregada de coordenar todas as medidas econômicas, administrativas, legais e financeiras, relativas à instalação de uma central térmica nucleoeletrica na bacia do rio Mambucaba, no Estado do Rio de Janeiro. (BRASIL, 1959). A localização da usina foi escolhida por diversas razões, enfatizando a proximidade dos maiores centros consumidores de energia elétrica (Rio de Janeiro e São Paulo). A usina teria capacidade de 150MW a 200MW e operaria com um reator do tipo PWR (*Pressurized Water Reactor*) (TRAVASSOS, 2010a). No governo de Jânio Quadros (1961), esse projeto foi ampliado para uma usina de 300MW, mas com um reator a urânio natural, que deveria ter a maior parte dos seus componentes produzidos no país (SOUZA, 2011).

Durante o governo de João Goulart (1961-1964), foi instituído, em 1962, o Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Região Centro-Sul, que contratou o consórcio Canambra Consulting Engineers Ltd., formado pelas empresas canadenses Montreal Engineering Co. e Crippen Engineering e a norte-americana Gibbsand Hill Inc. para avaliar o potencial hidráulico e o mercado de energia elétrica do Sudeste (ANEEL, 2010; GOMES et al., 2011). O estudo concluía que a energia nuclear deveria ser adotada como fonte complementar para a geração de energia elétrica (GIROTTI, 1984).

No âmbito do desenvolvimento tecnológico, é criado, na CNEN, o GTRP (Grupo de Trabalho de Reator de Potência), um projeto em cooperação com técnicos franceses com o objetivo de construir um reator a gás, grafita e urânio natural (VARGAS, 2007). O projeto previa também a produção de plutônio e a utilização de tório. Embora a opção pelo urânio natural parecesse uma saída da dependência dos Estados Unidos, não se pode perder de vista que a França adotara inicialmente reatores nucleares a urânio natural-grafite-gás¹ para a geração de energia elétrica e que pretendia retomar uma posição de prestígio mundial nas pesquisas

¹ Em 1958, a França resolve diversificar a linha de reatores adotando os BWR da General Electric e os PWR da Westinghouse.

nucleares². Com base nos estudos do GTRP, a CNEN, em março de 1964, propôs a construção de uma central nuclear brasileira administrada por uma subsidiária da Eletrobrás a ser criada (CABRAL, 2009). Com a deposição do presidente João Goulart, em abril de 1964, o GTRP é dissolvido e os técnicos franceses vão para a Argentina.

No governo do presidente Castello Branco (1964-1967) foram retomados acordos de cooperação com os Estados Unidos que não previam transferência tecnológica. Os Estados Unidos continuaram abastecendo os reatores de pesquisa brasileiros com urânio enriquecido e as pesquisas sobre o método de enriquecimento de urânio foram abandonadas. A opção nucleoeletrica deixou de ser prioridade e a CNEN, que antes respondia apenas à Presidência da República passou a ser subordinada ao Ministério de Minas e Energia, perdendo autonomia.

Nesse período o desenvolvimento da tecnologia nuclear ficou restrito aos centros de pesquisa. Em 1965, criou-se, no IPR (Instituto de Pesquisas Radiativas), em Minas Gerais, o Grupo do Tório, com o objetivo de construir reatores regeneradores³ (*Breeder*) de potência que utilizassem o tório como combustível⁴. Como era necessário associar o tório ao plutônio ou ao urânio enriquecido e tendo em vista que o Brasil não detinha a tecnologia de enriquecimento do urânio, o Grupo preferiu a concepção de um reator a urânio natural e água pesada, que produzisse o plutônio. Estimava-se um prazo de 10 anos, a partir de 1968 para a conclusão de um reator autóctone para geração de eletricidade utilizando tório e água pesada (LEITE, 1997). O Grupo do Tório contou com o apoio do CAE (*Commissariat d'Énergie Atomique*) da França, da Alemanha e da Suécia (VARGAS, 2007) e de técnicos estadunidenses.

2.1 Primeiro ato:

Durante o governo do presidente Costa e Silva (1967-1969), a energia nuclear voltou a ser considerada essencial. O presidente Costa Silva entendia que a nuclearização era primordial para manter o processo de crescimento sustentado, que levaria o Brasil a tornar-se uma grande potência (CAMARGO, 2006; GIROTTI, 1984).

Em 1968, foi formado o Grupo Lane, com especialistas da AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica), Eletrobrás, CNEN e seus institutos e liderado por James Lane, engenheiro estadunidense, que participava do Grupo do Tório. Entre os objetivos do Grupo estava um estudo de viabilidade econômica da construção de centrais nucleares para atender a demanda elétrica da região Centro-Sul. O Grupo Lane apresentou um relatório com as diretrizes para o programa nuclear brasileiro para a década de 1980, com a recomendação de que o Brasil não deveria desenvolver um novo tipo de reator para sua primeira usina. (ANDRADE, 2007). A CNEN firmou então um convênio com a Eletrobrás⁵, que por sua vez designou sua subsidiária Furnas para construir a primeira usina nuclear no Brasil (GIROTTI, 1984). O planejamento do

² Essa opção foi abandonada quando o governo francês optou, em 1969, pela tecnologia do PWR, licenciada pela Westinghouse.

³ Os reatores regeneradores são aqueles que produzem mais energia do que consomem.

⁴ Ainda não se conhecia o potencial das reservas de urânio brasileiras.

⁵ Segundo Girotti (1984) em 1967 a Eletrobrás passa a ser responsável pela construção e operação de usinas nucleares, função antes atribuída à CNEN.

orçamento, o cronograma e a escolha do local ficaram a cargo da NUS Corporation dos Estados Unidos e da Seltec do Brasil, contratadas por Furnas para esse fim.

As razões apontadas para a necessidade de uma usina nuclear na Região Sudeste se baseavam nas projeções de um crescimento da demanda de energia elétrica superior à oferta devido à exaustão dos recursos hidráulicos da Região Sudeste; na alta do preço de petróleo importado e na possibilidade de esgotamento das reservas mundiais do combustível fóssil; e na baixa qualidade do carvão brasileiro, territorialmente localizado em Santa Catarina, como substitutivo da energia hidroelétrica.

Em 1969, foi decidida a construção da primeira usina nuclear do Brasil, que seria de fato concretizada, Angra I. A Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado da Guanabara reivindicou a instalação no Estado, por ser o único Estado que não possuía fonte hídrica. Decidiu-se a localização em Itaorna, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, (ao lado da praia de Mambucaba) e optou-se, finalmente, pela compra de um reator nuclear PWR da Westinghouse, dentre as cinco propostas apresentadas⁶. Tratava-se da aquisição de uma usina completa, estrangeira, de eficiência comprovada em contrato que não previa transferência tecnológica, ao invés de investir no desenvolvimento de tecnologia nacional de engenharia de reatores. A escolha por um reator PWR paralisou as pesquisas nacionais sobre um reator abastecido a tório e firmou a dependência com os Estados Unidos, líder comercial, na época, da tecnologia de enriquecimento de urânio. O governo estadunidense assegurava, no contrato, o fornecimento de combustível para Angra I (em toda sua vida útil), em forma de pastilhas de dióxido de urânio enriquecido a 3,5%, encapsuladas em varetas seladas (CAMARGO, 2006).

O contrato com a Westinghouse de US\$ 308 milhões foi financiado pelo Eximbank e assessorado pela Cobrel, que em seguida seria comprada pelo grupo Bozzano-Simonsen, onde era acionista e diretor licenciado Mario Henrique Simonsen, que mais tarde seria Ministro da Fazenda (1974-1978) (GIROTTI, 1984). A Mellon National Corporation detinha 25% do capital do Banco Bozzano-Simonsen e o controle do Mellon Bank, propriedade da família Mellin, uma das principais acionistas da Westinghouse (MIROW, 1979). Segundo o Balanço Anual da Eletronuclear de 2008, em 31 de dezembro de 2008, o custo bruto da construção de Angra I atribuída à Eletronuclear foi superior a um bilhão de reais (R\$ 1.630.309.300,00), sendo o valor gasto com a compra de equipamentos de 864 milhões e 516 mil reais (a preços de 1995)⁷ (ELETRONUCLEAR, 2011a).

A construção de Angra I foi iniciada em 1972, durante o governo do presidente Médici (1969-1974) e concluída dez anos depois⁸. Em abril de 1982, Angra I foi conectada ao sistema elétrico, mas devido a problemas técnicos relacionados ao projeto, entrou em operação comercial só em janeiro de 1985, quando a queima do exaustor do gerador levou a uma nova interrupção de 16 meses (DENHIN, 2010). O grau de nacionalização de Angra I foi de apenas 10%.

⁶ Um PWR da Kraftwerk Union - Siemens (Alemanha); um PWR da Westinghouse (Estados Unidos); um BWR (*Boiling Water Reactor*) da Kraftwerk Union-AEG (Alemanha); um BWR da General Electric (Estados Unidos), um SGHWR (*Steam Generating Heavy Water Reactor*) da NPG (*Nuclear Power Group*) (Reino Unido).

⁷ A correção monetária dos ativos foi suspensa em dezembro de 1995.

⁸ Pelo menos 70 incidentes ocasionaram atrasos e encareceram a obra de Angra I. Somente o incêndio ocorrido em outubro de 1977, causou prejuízos superiores a US\$ 10 milhões.

2.2 Segundo ato:

O governo do presidente Médici (1969-1974) pretendia ascender o Brasil a potência mundial e apesar de manter relações privilegiadas com os Estados Unidos, buscava diversificar alianças com outros países. Em 1969, o Brasil assinou um acordo de cooperação com a Alemanha nos setores da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico. Esse acordo foi o prenúncio de uma relação comercial entre os dois países que mais tarde iria se concretizar no Acordo Brasil-Alemanha. Faltava a base legal que permitisse que a Alemanha adquirisse urânio enriquecido do Brasil, o que foi feito sucessivamente, antes mesmo do acordo que estabelecia a implantação de uma usina de beneficiamento no Brasil, com tecnologia alemã.

Em 1971, a CNEN, então vinculada ao Ministério de Minas e Energia constituiu a CBTN (Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear) (BRASIL, 1971). A CBTN foi criada como sociedade de economia mista e podia estabelecer laboratórios, unidades industriais, escritórios ou outras dependências em qualquer parte do território nacional⁹. Sua principal atribuição era desenvolver as atividades referentes ao ciclo do combustível nuclear, que abrangia a mineração do urânio, a produção do concentrado, a conversão¹⁰, o enriquecimento, a reconversão, a produção das pastilhas e a montagem do EC.

Apesar dos avanços nas negociações com a Alemanha, um novo acordo de cooperação entre o Brasil e os Estados Unidos foi assinado em julho de 1972. Este incluía pela primeira vez (os demais acordos referiam-se à exportação de materiais estratégicos e a reatores de pesquisa) a construção de usinas nucleares¹¹, estabelecendo o tipo (PWR) e a potência do reator e o destino do combustível enriquecido, como ocorrera no programa "Átomos para a Paz", em relação aos reatores de pesquisa (GIROTTI, 1984).

A França, também interessada, não pôde em participar do plano brasileiro de expansão nucleoeletrica. Na década de 1970, a Framatome era contratualmente impedida de comercializar livremente os reatores PWR licenciados pela Westinghouse (BOULIN, 2000; GIROTTI, 1984).

Depois do primeiro choque do petróleo, em 1973, os Estados Unidos suspenderam a garantia de fornecimento de urânio enriquecido para o Brasil (ROSA, 2001) colocando em risco a operação de Angra I e qualquer iniciativa de expansão nucleoeletrica. Como também suspenderam a assinatura de novos contratos de fornecimento de urânio enriquecido para a Alemanha, esta surgiu como possível aliado brasileiro na política nuclear. Na época, a Alemanha era proibida de enriquecer urânio em seu próprio país desde o Tratado de Paris (1955), depois da Segunda Guerra Mundial (CABRAL, 2009; BATISTA, 2000). A Alemanha já dominava o ciclo do combustível, possuía uma importante indústria nuclear (reatores, equipamentos pesados, construção de usinas nucleares), investia na pesquisa e 7% da matriz energética era de origem nuclear. (CABRAL, 2009) O problema da Alemanha consistia na falta de urânio. A crise do petróleo atingiu também outros setores, com a queda da demanda por energia elétrica e por construção de usinas nucleares e equipamentos afins. Restava à Alemanha estabelecer negociações externas de modo a restabelecer a importação de urânio enriquecido e intensificar a exportação de produtos e serviços nucleares. Para o Brasil, a suspensão do fornecimento de urânio pelos Estados Unidos revelou a fragilidade do programa nuclear, baseado em reatores à água pressurizada,

⁹Lei nº 5.740, art. 1º, § 1º.

¹⁰ Purificação e transformação do concentrado de urânio para o estado gasoso.

¹¹ Inicialmente, pensou-se na Westinghouse para a implementação do plano de expansão nucleoeletrica.

totalmente dependente dos Estados Unidos. Criaram-se as condições que resultaram na cooperação entre Brasil e Alemanha, que culminaram no Acordo de Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear. Para o governo brasileiro ficava claro que o sucesso da indústria nucleoeleétrica brasileira dependia do desenvolvimento de todas as etapas do ciclo do combustível em território nacional.

A alta do preço do barril de petróleo importado, que saltou de US\$ 2,80, em 1973 para US\$ 11,13 (FOB¹²) em 1974 (CONANT, 1981) causou um impacto na política energética brasileira. A Eletrobrás submeteu ao governo brasileiro um programa de obras denominado Plano-90, de modo a atender o mercado de eletricidade no período de 1975-1990. Partia-se da premissa que até os anos 1990 o crescimento da demanda de eletricidade (a uma taxa média anual de 8,7%, no cenário pessimista ou de 11,4% no cenário otimista) (CONANT, 1981; GIROTTI, 1984) tornaria a Região Sudeste deficitária. Tendo em vista que a transmissão da Região Norte era antieconômica devido à distância (GHIRARDI; ARAÚJO, 1986) propunha-se, entre outros, a construção de 6 a 8 usinas nucleoeleétricas de 1200MW cada, subestimando o potencial hidráulico em 150.000MW (CONANT, 1981; GIROTTI, 1984). A opção nuclear era apontada como uma fonte viável de geração energética, visando a redução da dependência de fontes externas e a expansão de alternativas domésticas, mas representava, principalmente, o ideário de segurança nacional e (TCU, 2003), e o desejo do regime militar então representado pelo presidente Geisel (1974-1979) de tornar o país uma potência regional¹³.

Em 1974, a CBTN passou a ser denominada Empresas Nucleares Brasileiras - Nuclebrás, diretamente vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A lei que criou a Nuclebrás estabeleceu também que a empresa, mediante autorização do Presidente da República, pudesse “exportar, no mais alto grau de beneficiamento possível, os excedentes de minérios nucleares, de seus concentrados ou de compostos químicos de elementos nucleares, comprovada a existência dos estoques para a execução do Programa Nacional de Energia Nuclear” (BRASIL, 1974).

O Acordo de Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear, assinado pelos ministérios de Relações Exteriores dos dois países, constituiu a base diplomática para o estabelecimento de negociações entre Brasil e Alemanha no âmbito internacional; o Protocolo de Instrumentos sobre a Implantação do Acordo de Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear permitiu o estabelecimento de contratos entre a Nuclebrás e as indústrias alemãs de tecnologia nuclear para a formação de sete subsidiárias da Nuclebrás, sob forma de *joint-ventures*: a Nuclam (Nuclebrás Auxiliar de Mineração S.A.), entre a Nuclebrás (51%) e a Urangesellschaft (49%), para a prospecção, pesquisa, desenvolvimento, mineração e exploração de depósitos de urânio no Brasil, assim como produção de concentrados e compostos de urânio natural; a Nuclei (Nuclebrás de Enriquecimento Isotópico S.A.), entre a Nuclebrás (75%), Steag (15%) e a Interatom (10%), para enriquecimento e serviços de enriquecimento pelo método de jato-centrífugo (*jet-nozzle*)¹⁴; a Nustep, com sede na Alemanha, entre a Nuclebrás (50%) e a Steag (50%), para prosseguimento, na Alemanha Ocidental, dos

¹² FOB: *Free On Board*.

¹³ Girotti (1984) alega que a primeira detonação de um artefato nuclear pela Índia, em março de 1974, pode ter sido o “catalisador dos novos planos nucleares brasileiros”. (GIROTTI, 1984, p. 67)

¹⁴ Inicialmente a tecnologia de separação isotópica a ser utilizada é a de ultracentrifugação a gás, porém, na última hora, a Holanda que faz parte da Urenco, juntamente com a Alemanha e a Inglaterra, veta a transferência desta tecnologia. Em seu lugar é proposto o processo de separação isotópica por jato centrífugo, de não comprovada eficiência.

trabalhos de desenvolvimento do processo de jato-centrifugação, e que seria a dona da patente do processo; a Nuclen entre a Nuclebrás (75%) e a Kraftwerk Union (25%), responsável pela engenharia, construção e montagem de usinas nucleares; a Nuclep, entre a Nuclebrás (75%) e um consórcio formado pela KWU (Kraftwerk Union), VoestAlpine¹⁵ e a GHH Sterkrade (25%), encarregada da produção de equipamentos pesados para usinas nucleares¹⁶. Os contratos entre as empresas subsidiárias permitiam a transferência tecnológica e de equipamentos para a construção de usinas nucleares e para a execução do Programa Nuclear Brasileiro. (BRANDÃO, 2002).

O Acordo Nuclear Brasil-Alemanha teria duração de quinze anos podendo ser prorrogado por períodos de cinco anos e abrangeria todas as etapas do ciclo do combustível nuclear desde a prospecção de minérios de urânio até a produção de reatores nucleares e outras instalações nucleares, além de permitir transferência tecnológica (TCU, 2003). As bases desse acordo prometiam a tão almejada autonomia nuclear brasileira, rompendo o ciclo de dependência com os Estados Unidos. Calculava-se um grau de nacionalização progressiva de sorte que a oitava usina atingisse 85% no fornecimento de equipamentos nacionais.

O governo alemão e as empresas alemãs envolvidas (especialmente a KWU/SIEMENS) comprometeram-se a realizar efetiva transferência da tecnologia nuclear. Ao Brasil caberia contribuir para o atendimento das necessidades alemãs de combustível nuclear e adquirir na Alemanha quatro das oito usinas nucleares (1.200MW) estipuladas pelo Acordo para entrar em funcionamento em 1990. (TCU, 2003, p.10)

Os investimentos totalizavam um valor de 6,52 bilhões de marcos. O Brasil financiaria 2,25 bilhões de marcos e a Alemanha concederia um empréstimo no valor de 4,3 bilhões de marcos. Para viabilizar o financiamento concedido pela Alemanha foi criado um consórcio de bancos formado pelo Bayerische Landesbank, Bayerische Hypothekenund Wechselbank, Westdeutsch Landesbank e Commerzbank A.G., liderado pelo Dresdnerbank A.G., juntamente com o Kreditanstalt für Werdensaufbaun (KfW). (CONANT, 1981). Segundo o Balanço Anual da Eletronuclear de 2008 o custo bruto de construção de Angra 2 atribuído à empresa foi de R\$ 5.118.813.000,00 (ELETRONUCLEAR, 2011b), sendo o valor gasto (registrado) com a compra de equipamentos de 3 bilhões, 950 milhões e 91 mil reais¹⁷.

Para Brandão (2002), o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha não só beneficiou o capital industrial alemão como também o capital financeiro “na medida em que as principais instituições financeiras da Alemanha Ocidental estavam envolvidas no financiamento dos projetos previstos no Acordo Nuclear”. Embora a participação da empresa brasileira nas subsidiárias criadas fosse maior ou igual, em todos os casos, mecanismos legais, via contrato de acionista, revelaram que o controle dessas empresas era, de fato, das

¹⁵ Empresa austríaca.

¹⁶ Também foi criada a Nuclemon (Nuclebrás de Monazita Ltda.), com 100% de capital da Nuclebrás, para o beneficiamento de ilmenita, zircônio, rutilo, terras raras e monazita, e como subprodutos, urânio e tório. A Nuclemon não estava incluída no Acordo Nuclear e em 1980, foi criada a Nucom, também com capital 100% da Nuclebrás, para a construção de usinas nucleares. Esta última seria desativada pelo Dec. nº 90.398 de 7.11.1984.

¹⁷ A correção monetária dos ativos foi suspensa em dezembro de 1995.

empresas alemãs. O que parecia o caminho para a autonomia nuclear brasileira havia se revelado em subordinação da economia brasileira aos interesses do capital privado alemão (BRANDÃO, 2002).

O Acordo, que previa a construção de oito usinas nucleares e o domínio do ciclo do combustível não foi concretizado. As obras de Angra II e Angra III foram iniciadas em 1976, mas apenas Angra II chegou a ser construída (entrando em operação comercial em 2000). A construção de Angra III foi interrompida, com parte dos equipamentos adquiridos, e houve um início de desapropriação de uma área de 23500 ha, no Estado de São Paulo, para a construção de duas outras usinas (Iguape I e Iguape II) (BRASIL, 1980), que foi devolvida em 1985. A tecnologia de *jet-nozzle* nunca funcionou comercialmente e as denúncias de corrupção no Programa Nuclear Brasileiro levaram à criação de uma CPI (Comissão Parlamentar de Inquérito) "que encerrou suas atividades sem maiores resultados" (KURAMOTO; APPOLONI, 2002).

Contribuíram para fracasso do Acordo as consequências do segundo choque do petróleo, em 1979, que provocaram uma deterioração das contas externas brasileiras com efeitos nas finanças públicas obrigando o governo a desacelerar os investimentos públicos, entre eles o Programa Nuclear. (TCU, 2003). O Acordo foi finalmente paralisado em 1983, pelo general Figueiredo (1979-1985). As empresas binacionais subsidiárias da Nuclebrás foram extintas, com exceção da Nuclep, que foi nacionalizada. A Nuclebrás dá origem à INB (Indústrias Nucleares Brasileiras S.A), empresa de economia mista vinculada à CNEN (BRASIL, 1988) e hoje subordinada ao Ministério de Ciência e Tecnologia, que atualmente responde pela exploração do urânio e de todas as fases do ciclo do combustível.

As crises do petróleo 1973, 1979 e 1990 causaram grandes mudanças nas diretrizes da política energética no país. Em 1975, o Brasil inaugurou sua entrada na era da biomassa com a criação do Proálcool, mas também aumentou os esforços de exploração e produção de carvão e petróleo, e construção de grandes hidrelétricas (NITSCH, 1991). Embora o primeiro choque do petróleo tenha incentivado a expansão nucleoeletrica, os acidentes de Three Mile Island, nos Estados Unidos, em 1979, o de Chernobyl, na Ucrânia (antiga URSS), em 1986 e o de Goiânia, no Brasil, em 1987¹⁸, juntamente com as novas perspectivas de produção hidrelétrica, petróleo gás, levaram o país a abandonar o plano de construção de novas usinas. Até mesmo a construção de Angra III, cujos equipamentos haviam sido em parte adquiridos foi interrompida. Atualmente, o parque nucleoeletrico brasileiro é composto de duas usinas nucleares Angra I, e Angra II que compõem a CNAEA (Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto). As usinas são ligadas ao SIN (Sistema Interligado Nacional) com capacidade de geração de 657MW (Angra I) e 1350MW (Angra II), perfazendo um total de 2007 MW. A geração de energia nuclear representou, em 2009, 2,5% da oferta interna de energia (EPE, 2010).

2.3 Terceiro ato:

Apesar do desenvolvimento tecnológico da energia nuclear ter prosseguido de forma autônoma, culminando com o anúncio pelo presidente Sarney (1985-1990), em 1987, que o Brasil havia alcançado o

¹⁸ Apesar de não se tratar de um acidente envolvendo usinas nucleoeletricas o acidente teve grande impacto na percepção do risco nuclear por ter acontecido no Brasil.

domínio do enriquecimento do urânio, a decisão de retomar a construção de novas usinas no país só veio a ocorrer no governo do presidente Lula (2003-2010)¹⁹. O presidente Sarney, em 1988, desmontou o complexo industrial controlado pela Nuclebrás (TCU, 2003; BRASIL, 1988).

A construção e a administração de centrais nucleares foram atribuídas à ELETROBRÁS, para a qual transferiram-se as ações da NUCLEN. Os bens constituintes dos acervos das usinas nucleares de Angra II e III foram repassados para Furnas Centrais Elétricas S/A. NUCLEP e NUCLEMON foram incluídas em agosto de 1988, no Programa Federal de Desestatização. Posteriormente, o controle acionário da NUCLEP foi transferido da INB para a CNEN. (TCU, 2003, p.11-12)

A onda de privatizações que caracterizou o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) atingiu indiretamente o setor nucleoeletrônico. Para permitir a privatização de Furnas sem afetar o monopólio estatal do setor nuclear, em 1997, foi criada a Eletronuclear fruto da fusão da área nuclear de Furnas com a Nuclen, com a missão de construir e operar usinas nucleares no Brasil.

Em 2008, o governo brasileiro anunciou as novas metas do PNB (Programa Nuclear Brasileiro) (GONÇALVES, 2008), que incluíam a retomada da construção de Angra III e a construção de 4 a 8 novas usinas nucleares; o aumento da produção interna de urânio; e a produção comercial de todas as etapas do ciclo do combustível. O Plano ensejava a participação da iniciativa privada na construção e operação de usinas nucleares.

As razões alegadas pelo CNPE (Conselho Nacional de Planejamento Energético) para a construção de novas usinas nucleares foram: (a) a expansão da demanda por energia elétrica em consequência de novos investimentos industriais, do crescimento demográfico e da urbanização; (b) a falta de condições físicas e os crescentes custos ambientais para a construção de barragens de grande porte; (c) a necessidade de diversificar a matriz energética; (d) o pequeno aporte de energia das PHC (Pequenas Centrais Nucleares) e outras fontes alternativas de energia (eólica, solar, geotérmica, marés); (e) a emissão de CO₂ de outros tipos de térmicas (biomassa, carvão e gás); (f) o preço do combustível nuclear (urânio), pelo fato do país possuir a sexta reserva de urânio do mundo e dominar o ciclo do combustível; e (g) as mudanças climáticas que podem alterar a hidrologia, tornando nosso sistema hídrico vulnerável (CABRAL, 2009). Essas razões se popularizaram após o apagão do sistema elétrico ocorrido em março de 2001, quando “o sistema caiu apagando as principais cidades do país por causa de um acidente inicial que seria controlável em condições normais.” (BRANCO, 2002)²⁰.

A construção de Angra III foi reiniciada em fevereiro de 2010, pela construtora Andrade Gutierrez. A empresa foi contratada em junho de 1983, e recebeu R\$ 5 milhões por ano, desde a paralisação das obras, em abril de 1985, para a manutenção das instalações do canteiro e pelo uso de casas de sua propriedade pela Eletronuclear (ELETRONUCLEAR, 2011c). O custo total com manutenção, incluindo a estocagem dos

¹⁹ Embora em 1995 a Eletrobrás e o MME tivessem decidido incluir Angra III no Plano Decenal do Setor Elétrico com partida prevista para 2006 (TCU, 2003).

²⁰ No artigo “A Crise de Energia Elétrica: Causas e Medidas de Mitigação” de Luiz Pinguelli Rosa (BRANCO, 2002, p. 81-95), o autor desmonta alguns dos argumentos utilizados para explicar a crise que se sucedeu, como a falta de investimentos no setor ou a vulnerabilidade do setor em consequência da falta de chuvas.

equipamentos já adquiridos foram de US\$ 20 milhões anuais. Todos esses custos: custos de aquisição, manutenção e dívidas foram considerados a fundo perdido (CARVALHO, 2008).

O orçamento estimado para a finalização de Angra III (base: junho de 2010) foi avaliado em R\$9,91 bilhões²¹, sendo: (a) R\$ 10 milhões, de licenciamento; (b) R\$ 352,1 milhões, de compensações socioambientais; (c) R\$ 439,4 milhões de engenharia nacional; (d) R\$ 758,3 de engenharia estrangeira; (e) R\$ 1.612,3 de suprimentos nacionais; (f) R\$2.224,6 de suprimentos estrangeiros; (g) R\$1.514,8 de construção civil (Andrade Gutierrez); (h) R\$1.447,4 de montagem eletromecânica; (i) R\$ 19,9 milhões de despesas pré-operacionais; (j) R\$ 302,6 de outras despesas; (k) R\$ 606,3 de reserva de contingência; e (l) R\$ 662,4 de carga inicial de combustível (TRAVASSOS, 2010a; 2010b). Os equipamentos e serviços importados serão fornecidos pela Areva NP²². Contratos com as empresas brasileiras Bardella, Nuclep, Confab e Ebse e com a francesa Areva NP estão sendo revistos.

Em dezembro de 2010, a Eletronuclear conseguiu um financiamento de R\$ 6,1 bilhões de reais do BNDES que corresponde a 58,6% do valor da obra de Angra III. O restante da obra será financiado pela Eletrobras: R\$ 890 milhões com recursos provenientes da Reserva Global de Reversão (RGR)²³, recentemente prorrogada por mais 25 anos, e €1,5 bilhão financiados através de um empréstimo à Eletrobras por um consórcio de bancos franceses liderado pelo grupo *Société Générale*, do qual participam o *Crédit Agricole* e o BNP Paribas. (ELETROBRAS, 2011c) Medidas de isenção fiscal como IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) e II (Imposto de Importação), dentre outras, foram tomadas de modo a incentivar o empreendimento (TRAVASSOS, 2010b) e serão extensíveis a outras usinas nucleares, caso venham a ser construídas.

Assim como ocorreu com Angra I Angra II e Angra III as novas usinas contemplarão reatores PWR, fabricados por empresas estrangeiras²⁴. A escolha seria por um único tipo de reator e usinas moduladas de modo a acumular ganhos de escala e diminuir o tempo de construção, mas com forte dependência de um único fabricante. Tratando-se de uma tecnologia sensível, passível de controles internacionais de não-proliferação, tal opção implicaria em maiores riscos estratégicos para o país.

Estudos de localização dos sítios, realizados pela Eletronuclear em parceria com a Coppe-UFRJ (Instituto Luiz Alberto Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia) e com a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) apontaram o município de Itacuruba-PE, às margens da barragem de Itaparica como a melhor localização, no Nordeste para a construção de uma central nuclear (ATALLA, 2010). A central abrigaria inicialmente duas usinas nucleares, mas teria capacidade para mais quatro usinas. O acidente de Fukushima interrompeu a continuidade dos estudos, que pretendiam abranger todo o território nacional. Estava prevista a

²¹ O valor total da obra é (junho de 2010) de R\$10,4 bilhões. R\$9,9 bilhões é o que resta a ser investido.

²² Fusão da Siemens KWU com a Framatome.

²³ A RGR foi criada pelo decreto nº 41.019 de 26 de fevereiro de 1957 para prover recursos para reversão ou encampação dos serviços de energia elétrica. É um fundo gerido pela Eletrobrás que deveria ter sido extinto no final do exercício de 2010. Tramita em caráter terminativo na Comissão de Infraestrutura um projeto de lei (PL 355/2011), de autoria da Dep. Lúcia Vânia (PSDB-GO), que retira da Eletrobrás a gestão da RGR.

²⁴ Os principais concorrentes são: (a) Westinghouse/Toshiba (EUA/Japão), com um AP1000 de 1000MW; (b) Areva/Mitsubishi (França/Japão), com um Atmea1 de 1000MW; (c) Rosenergoatom (Rússia), com um VVER 1000 de 1000MW; (d) Mitsubishi (Japão), com um US-APWR de 1700MW; (e) Areva (França), com um EPR de 1700MW; e (f) KHNP (*Korea Hydro & Nuclear Power*) (Coreia), com um APR de 1400MW (TRAVASSOS, 2010a).

apresentação pela Eletronuclear de um Atlas Nuclear de localização de centrais nucleares no Brasil, poucos dias antes do acidente. À diferença do que ocorreu com a localização da CNAAA, houve uma maior preocupação com a segurança e o meio ambiente, nos estudos atuais, porém baseados nos critérios estabelecidos por um manual elaborado por uma organização estadunidense. O EPRI (*Electric Power Institute*) realiza pesquisas para a indústria de energia elétrica dos Estados Unidos (EPRI, 2011), que não necessariamente correspondem às necessidades brasileiras.

O acidente de Fukushima, ocorrido em março de 2011, paralisou o plano inicial de construção de novas usinas. Para compensar o aporte de energia previsto com a entrada em operação das usinas nucleares foi incentivada a construção de novas hidrelétricas, parques de energia eólica e programados incentivos para energia solar em 2012. O Plano Decenal de Energia 2020 prevê apenas a entrada em operação de Angra III, com capacidade instalada de 1405MW, para 2016, aumentando a capacidade instalada do parque nuclear para 3412MW, embora alerte que outras usinas nucleoeletricas não tenham sido incluídas em razão dos atrasos na decisão de construí-las e do longo prazo de execução do empreendimento (EPE, 2011). Mais uma vez, a opção nuclear mostrou-se dispensável.

3 CONCLUSÕES

O programa nucleoeletrico brasileiro sofreu descontinuidades ao longo de sua existência por razões políticas. A opção nucleoeletrica sempre respondeu a necessidades imediatas, em cujo contexto, o desenvolvimento tecnológico de engenharia de reatores não foi priorizado. Nos três momentos constatou-se que a energia nucleoeletrica não era indispensável na composição da matriz energética brasileira. As consequências do imediatismo se repetiram no último plano de expansão nucleoeletrica. Em mais de sessenta anos, o país não foi capaz de desenvolver uma tecnologia própria de reatores, preferindo perpetuar sua condição de supridor de urânio, embora em condições mais favoráveis, com o domínio do ciclo do combustível nuclear.

Apesar dos ganhos conquistados rumo à autonomia, o Brasil terá que considerar uma estratégia de associações progressivas, de modo a ganhar espaço próprio no controle dos aspectos técnicos e na incorporação dos efeitos econômicos, para não tornar a entrar em um novo ciclo de dependência tecnológica. O interesse nacional deverá, em todo caso, prevalecer sobre os interesses privados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório ANEEL 10 anos**. Brasília: ANEEL, 2010.

ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de. Conflitos políticos no caminho da autonomia nuclear brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 24., 2007, Rio Grande do Sul. **Anais...** Associação Nacional de História – Anpuh. Disponível em: <<http://snh2007.anpuh.org/resources/content/anais/Ana%20Maria%20Ribeiro%20de%20Andrade.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2008

ATALLA, Drausio. Energia nuclear: oportunidades, riscos e desafios. In: **LAS-ANS Symposium 2010**, Rio de Janeiro, 2010.

BOULIN, Philippe. **L'aventure nucléaire en France**: grande et petite histoire. Paris: Ecole de Paris, 2000.

BRANCO, Adriano Murgel. **Política energética e crise do desenvolvimento**: a antevisão de Catullo Branco. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

BRANDÃO, Rafael Vaz da Motta. **O negócio do século**: o Acordo de Cooperação Nuclear Brasil-Alemanha. (dissertação). Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2002.

BRASIL. Decreto-Lei nº 2.464, de 31 de agosto de 1988. Altera a denominação da Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRÁS, transfere bens de sua propriedade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1º set. 1988. (rejeitado pelo Ato Declaratório de 14 de junho de 1989)

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.810, de 23 de outubro de 1980. Dispõe sobre a construção de usinas nucleoeletricas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 out. 1980. (revogado pelo Decreto-Lei nº 2.464, de 1988).

BRASIL. Decreto nº 40.110, de 10 de outubro de 1956. Cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 out 1956, seção 1, p. 19305.

BRASIL. Decreto nº 84.771, de 04 de junho de 1980. Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação pela NUCLEBRÁS, as áreas que menciona. **Diário Oficial da União**. Brasília, 6 jun 1980, seção 1, p. 11104.m

BRASIL. Decreto Lei nº 2.464 de 31 de agosto de 1988. Altera a denominação da Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRÁS, transfere bens de sua propriedade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1 de set 1988, seção 1, p. 16793.

BRASIL. **Programa de Metas do presidente Juscelino Kubitschek**. Rio de Janeiro: Presidência da Republica, 1958.

CABRAL, Anya. **Energia Nuclear para o Brasil**. 2009. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Salvador, Salvador, 2009.

CARVALHO, Joaquim. Prioridades em investimento em usinas elétricas. **Estudos Avançados**. v .22, n. 64. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142008000300013&script=sci_arttext>. Acesso em: 2 jun. 2011.

CONANT, Melvin A. e GOLD, F. R. **A geopolítica energética**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1981.

DENHIN, Miguel Patrice Philippe. **O papel das Forças Armadas no planejamento e na implantação da matriz energética brasileira**: os casos do petróleo e da energia nuclear. 2010. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Estudos Estratégicos, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010

ELETRONUCLEAR. **Angra** **1**. 2011a. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=1&id_subcategoria=3>. Acesso em 12 out 2011.

ELETRONUCLEAR. **Angra** **2**. 2011b. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=2&id_subcategoria=3>. Acesso em: 12 out 2011.

ELETRONUCLEAR. **Angra** **3**. 2011c. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=3&id_subcategoria=9>. Acesso em: 16 out 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2011. 2011a.** Ano base 2010. Resultados preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020.** Brasília: MME/EPE, 2011.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. **About EPRI.** Disponível em: <http://my.epri.com/portal/server.pt?open=512&objID=200&mode=2&in_hi_userid=228202&cached=true>. Acesso em: 17 out 2011.

GHIRARDI, André; ARAÚJO, João Lizardo de. Substituição de derivados de petróleo: questões urgentes. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p.745-772, dez. 1986.

GIROTTI, Carlos A. **Estado nuclear no Brasil.** São Paulo: Brasiliense, 1984.

GONÇALVES, Odair. Brazilian Nuclear Program.Cnen. **LAS-ANS Symposium 2008**, Rio de Janeiro, 2008.

GOMES, Antonio Claret S. et all. **O setor elétrico.** Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_setorial/setorial14.pdf>. Acesso em: 11 out 2011..

KURAMOTO, Renato e APPOLONI, C. A. Uma breve história da política nuclear brasileira. **Caderno Brasileiro de Ensino da Física.** v. 19, n. 3, p.379-392, dez. 2002.

LEITE, Antonio Dias. **A energia do Brasil.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997

MIROW, Kurt. **Loucura nuclear:os Enganos do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

ROEPER, Sandro J. K. Estratégias de desenvolvimento no 2º governo Vargas (1951-1954) sob a ótica da EPSM (Economia Política dos Sistemas Mundo). In: COLÓQUIO BRASILEIRO EM ECONOMIA POLÍTICA DOS SISTEMAS MUNDO. 1., 2007. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2007.

ROSA, Luiz Pinguelli. A Crise de Energia Elétrica: Causas e Medidas de Mitigação. In: BRANCO, Adriano Murgel (org). **Política energética e crise de desenvolvimento: A antevisão de Catullo Branco.** São Paulo: Paz e Terra, 2002.

ROSA, Luiz Pinguelli (Org). **Um país em leilão:** das privatizações à crise de energia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001. v. 2.

SANTOS, Tatiane Lopes. Os militares e a política nuclear brasileira. In: ENCONTRO DE HISTÓRIA ANPUH-RIO. 13., 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <http://www.encontro2008.rj.anpuh.org/resources/content/anais/1212880733_ARQUIVO_Osmilitareseapoliticannuclearbrasileira.pdf>. Acesso em 22 out. 2009.

TRAVASSOS, Roberto C. A. Geração nucleoeletrica. In: **Enumas 2010.** Campinas: Nippe/Unicamp, 2010a

TRAVASSOS, Roberto C. A. Angra 3: Histórico da retomada e situação atual do empreendimento. In: **LAS/ANS Symposium 2010.** Rio de Janeiro: LAS/ANS, 2010b.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. NUCLEP. Verificação de compatibilidade da estrutura administrativo-operacional da empresa em relação ao Programa Nuclear Brasileiro: relatório de Auditoria Operacional. In: TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Auditorias do Tribunal de Contas da União:** 1998. Brasília: TCU, 2003.

NITSCH, Manfred. O programa de biocombustíveis Proalcool no contexto da estratégia energética brasileira. In: **Revista de Economia Política**. v. 11, n.2, abr./jun. 1991.

VARGAS, Israel J. **Ciência em tempo de crise: 1974-2007**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

BATISTA, Paulo Nogueira. O Acordo nuclear Brasil-República da Alemanha. In: ALBUQUERQUE, José A. G. (org). **Sessenta anos de política externa brasileira (1930-1990): prioridades, atores e políticas**. São Paulo: Annablume/NUPRI/USP, 2000, v. 4, p. 19-64.

SOUZA, Fabiano Farias de. A política nuclear brasileira entre 1945-1964. **Revista Litteris**, n.7, 2011.