

**RUMO A UMA NOVA PERCEPÇÃO DOS RISCOS  
NUCLEARES NO BRASIL:  
QUESTÕES ESTRATÉGICAS E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICA**

**ANYA DANTAS CABRAL**

**CACHOEIRA - BAHIA  
NOVEMBRO - 2012**

**RUMO A UMA NOVA PERCEPÇÃO DOS RISCOS  
NUCLEARES NO BRASIL:  
QUESTÕES ESTRATÉGICAS E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICA**

**ANYA DANTAS CABRAL**

Economista

Universidade Salvador-Laureate, 2010

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Sociais.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Cardoso Pedrão

**CACHOEIRA – BAHIA**

**NOVEMBRO – 2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

C117 Cabral, Anya Dantas.  
Rumo a uma nova percepção dos riscos nucleares no Brasil: questões estratégicas e implicações políticas /Anya Dantas Cabral.\_ Cruz das Almas, BA, 2012.  
202f.; il.

Orientador: Fernando Cardoso Pedrão.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Artes, Humanidades e Letras.

1.Política nuclear – Brasil. 2.Energia nuclear. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Artes, Humanidades e Letras. II. Título.

CDD: 333.79240981

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE ARTES HUMANIDADES E LETRAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIAIS**  
**CURSO DE MESTRADO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE**  
**ANYA DANTAS CABRAL**

---

**Prof. Dr. Fernando Cardoso Pedrão**  
**Universidade Federal do Recôncavo da Bahia**  
**(Orientador)**

---

**Prof. Dr. Jorge Antônio Santos Silva**  
**Universidade Federal do Recôncavo da Bahia**

---

**Prof. Dr. Carlos Alberto da Costa Gomes**  
**Universidade Salvador - Laureate**

**CACHOEIRA – BAHIA**  
**NOVEMBRO - 2012**

## **AGRADECIMENTOS**

À Otto Bittencourt, Cesar Costa, Leonam Guimarães, Edson Kuramoto, Fernando Lameiras, Ivan Salati, Ricardo Yamamoto, Helena Beltrão, Mirthes Castanheira, Silvio de Almeida, Lourdes Vidal, Roberto Vicente, Nelson Valverde, Sonia Heilman, Antonio C. Barroso, Silvio Diniz, Saulo Barbosa, Miguel Nery e tantos outros pela atenção. À FAPESB pelo apoio financeiro.

## RESUMO

Esta dissertação trata da evolução da percepção dos riscos envolvidos com a exploração da energia nuclear no Brasil. Começa por situar a formação da produção da energia nuclear com seus determinantes bélicos e seu papel estratégico para as nações mais poderosas. Em decorrência do quadro internacional do controle da produção e dos usos da energia nuclear examina as condições de dependência sob as quais tem operado o Brasil. Destaca a importância do desenvolvimento dos usos pacíficos que se tornam parâmetros da política nuclear brasileira. O Brasil tem uma posição favorável por dispor de reservas. A posição do Brasil hoje revela a necessidade de superar suposta vocação primário exportadora e de alcançar novas condições de adequação institucional. Este estudo permite ver como o reconhecimento dos riscos continua sendo manejado como um problema técnico que não chega a alterar as opções estratégicas da política nuclear. Além do aumento exponencial dos riscos físicos que viriam com a expansão da produção, há crescentes riscos estratégicos identificados com dependência tecnológica e de interesses de empresas.

**Palavras-chave:** riscos nucleares – política nuclear – tecnologia nuclear

## **ABSTRACT**

This study deals with the evolution of risk perception brought about by nuclear production. It starts by placing the military grounds of nuclear production with its strategic meaning for the more powerful nations. Given the international framework of control of production and uses of nuclear power, this research appraises the dependence conditions of Brazilian operation. It also enhances the importance of pacific uses as a reference of Brazilian policy. This country has a favorable position as for reserves. But it has to overcome the presumed vocation to export primary goods and reach new institutional conditions. However, this research allows to see that risks dealt with as a technical issue not changing the strategic options as nuclear policy. Beyond the exponential increase of physical risks coming from production expansion there are greater strategic risks on technological dependence and private interests.

**Keywords:** nuclear risks - nuclear power - nuclear technology

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABACC</b>	Agência Brasileiro-Argentina de Controle e Contabilidade de Materiais Nucleares
<b>AEA</b>	<i>Atomic Energy Act</i>
<b>AEC</b>	<i>Atomic Energy Commission</i>
<b>AECL</b>	<i>Atomic Energy of Canada Limited</i>
<b>AIEA</b>	Agência Internacional de Energia Atômica
<b>ALARA</b>	<i>As Low As Reasonably Achievable</i>
<b>Amazul</b>	Amazônia Azul Tecnologias e Defesa S.A.
<b>Amforp</b>	<i>American &amp; Foreign Power Co.</i>
<b>AMPJ</b>	Associação Movimento Paulo Jackson
<b>ANL</b>	Argonne National Laboratory
<b>Ansteel</b>	<i>Anshan Iron and Steel Group Corporation</i>
<b>ARNB</b>	Agência Reguladora Nuclear Brasileira
<b>BBVA</b>	Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BWR</b>	Boiling Water Reactor
<b>Cacex</b>	Carteira de Comércio Exterior
<b>CAE</b>	<i>Commissariat d'Energie Atomique</i>
<b>Caslon</b>	Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
<b>CBA</b>	Companhia Brasileira de Alumínio S.A.
<b>CBL</b>	Companhia Brasileira de Lítio
<b>CBMM</b>	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
<b>CBPF</b>	Centro Brasileiro de Pesquisas Física
<b>CBTN</b>	Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear
<b>CCJC</b>	Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania
<b>CDPNB</b>	Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro
<b>CDTN</b>	Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear
<b>CEBs</b>	Comunidades Eclesiais de Base
<b>Ceme</b>	Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos
<b>Cese</b>	Coordenadoria Ecumênica de Serviço

<b>Chesf</b>	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
<b>Ci</b>	Curie
<b>CIC</b>	<i>Crédit Industriel et Commercial</i>
<b>CNAAA</b>	Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
<b>CNEA</b>	<i>Comisión Nacional de Energia Atómica</i>
<b>CNEN</b>	Comissão Nacional de Energia Nuclear
<b>CNPE</b>	Conselho Nacional de Política Energética
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Pesquisa
<b>CPI</b>	Comissão Parlamentar de Inquérito
<b>CPT</b>	Comissão Pastoral da Terra
<b>CRN</b>	Comissão Reguladora Nuclear
<b>CTMSP</b>	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
<b>Dhesca Brasil</b>	Plataforma Brasileira de Direitos Humanos, Econômicos, Sociais, Culturais e Ambientais
<b>DUA</b>	Diuranato de Amônio
<b>Duperial</b>	Indústrias Químicas Brasileiras Duperial S.A.
<b>EBSE</b>	Empresa Brasileira de Solda Elétrica S.A.
<b>EC</b>	Elemento Combustível
<b>Eletronuclear</b>	Eletrobras Termonuclear S.A.
<b>Emfa</b>	Estado Maior das Forças Armadas
<b>Emgepron</b>	Empresa Gerencial de Projetos Navais
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>EPR</b>	<i>European Pressurized Reactor</i>
<b>EPRI</b>	<i>Electric Power Research Institute</i>
<b>ESBR</b>	Energia Sustentável do Brasil
<b>ESBWR</b>	<i>Economic Simplified Boiling Water Reactor</i>
<b>Fase</b>	Federação de órgãos para Assistência Social e Educacional
<b>Fiocruz</b>	Fundação Osvaldo Cruz
<b>FOAKE</b>	<i>first-of-a-kind engineering</i>
<b>Gambá</b>	Grupo Ambientalista da Bahia
<b>Garta</b>	Grupo de Análise de Risco Tecnológico e Ambiental
<b>GDF</b>	<i>Gaz de France</i>
<b>GE</b>	<i>General Electric</i>

<b>Gepen</b>	Grupo de Estudos da Política de Energia Nuclear
<b>GRE</b>	Gerência Regional de Educação
<b>GSI/PR</b>	Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República
<b>GSN</b>	Grupo dos Supridores Nucleares
<b>GTRP</b>	Grupo de Trabalho de Reator de Potência
<b>ICI</b>	<i>Imperial Chemical Industries</i>
<b>IEA</b>	Instituto de Energia Atômica
<b>II</b>	Imposto de Importação
<b>INB</b>	Indústrias Nucleares do Brasil
<b>Ines</b>	<i>International Nuclear Event Scale</i>
<b>Ingá</b>	Instituto de Gestão das Águas e Clima
<b>Ipen</b>	Instituto de Pesquisas Energéticas
<b>IPI</b>	Imposto sobre Produtos Industrializados
<b>IPR</b>	Instituto de Pesquisas Radioativas
<b>IPSN</b>	<i>Institut de Protection et Sureté Nucléaire</i>
<b>IPT</b>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
<b>IRSN</b>	<i>Institut de Radioprotection et Sureté Nucléaire</i>
<b>ITER</b>	<i>International Thermonuclear Experimental Reactor</i>
<b>KfW</b>	<i>Kreditanstalt für Werdersaufbaun</i>
<b>KHNP</b>	<i>Korea Hydro &amp; Nuclear Power</i>
<b>KWU</b>	<i>Kraftwerk Union</i>
<b>Labgene</b>	Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica
<b>MCTI</b>	Ministério de Ciência, Tecnologia e Informação
<b>Mespe</b>	Movimento Ecosocialista de Pernambuco
<b>Mibra</b>	Monazita e Ilmenita do Brasil Mibra S.A.
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia
<b>Mocum</b>	Movimento Contra as Usinas Nucleares
<b>MST</b>	Movimento dos Sem Terra
<b>mSv</b>	Milésimo de Sievert
<b>Mt</b>	Megaton
<b>MW</b>	Megawatt
<b>NEA</b>	<i>Nuclear Energy Agence</i>
<b>NPG</b>	<i>Nuclear Power Group</i>

<b>Nuclam</b>	Nuclebras Auxiliar de Mineração S.A.
<b>Nuclebras</b>	Empresas Nucleares Brasileiras
<b>Nuclei</b>	Nuclebras de Enriquecimento Isotópico S.A.
<b>Nuclemon</b>	Nuclebras de Monazita Ltda.
<b>Nuclen</b>	Nuclebras Engenharia S.A.
<b>Nuclep</b>	Nuclebras Equipamentos Pesados S.A.
<b>Nucon</b>	Nuclebras Construtora de Centrais Nucleares S.A.
<b>Nustep</b>	Nuclebras Pesquisa de Tório e areias monazíticas S.A.
<b>ONGs</b>	Organizações Não Governamental
<b>Opal</b>	<i>Open Pool Australian Light-water</i>
<b>Opanal</b>	Organismo para a Proscrição das Armas Nucleares na América Latina e no Caribe
<b>Opep</b>	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
<b>Otan</b>	Organização do Tratado do Atlântico Norte
<b>PCdoB</b>	Partido Comunista do Brasil
<b>PCH</b>	Pequenas Centrais Elétricas
<b>PDS</b>	Partido Democrático Social
<b>PDT</b>	Partido Democrático Trabalhista
<b>PEC</b>	Proposta de Emenda Constitucional
<b>PLO</b>	Projeto de Lei Orçamentária
<b>PNB</b>	Programa Nuclear Brasileiro
<b>PND</b>	Plano Nacional de Desenvolvimento
<b>PNE</b>	Plano Nacional de Energia
<b>PNEE</b>	Plano Nacional de Energia Elétrica
<b>PNM</b>	Programa Nuclear da Marinha
<b>PPPs</b>	Participação Público-Privadas
<b>PRB</b>	Partido Republicano Brasileiro
<b>Prosub</b>	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
<b>PSB</b>	Partido Socialista Brasileiro
<b>PSD</b>	Partido Social Democrático
<b>PSL</b>	Partido Social Liberal
<b>PT</b>	Partido dos Trabalhadores
<b>PTB</b>	Partido Trabalhista Brasileiro

<b>PTBT</b>	<i>Partial Test Ban Treaty</i>
<b>PV</b>	Partido Verde
<b>PWR</b>	<i>Pressurized Water Reactor</i>
<b>RDA</b>	República Democrática Alemã
<b>rem</b>	<i>roentgen equivalent man</i>
<b>Renuclear</b>	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Usinas Nucleares
<b>RGR</b>	Reserva Global de Reversão
<b>RMB</b>	Reator Multipropósito Brasileiro
<b>SAE/PR</b>	Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
<b>SCCC</b>	Sistema Comum de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares
<b>SDAG</b>	<i>Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft</i>
<b>SGHWR</b>	<i>Steam Generating Heavy Water Reactor</i>
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional
<b>SPCTR</b>	<i>Société des Produits Chimiques des Terres Rares</i>
<b>Sulba</b>	Sociedade Comercial de Minérios Ltda.
<b>TCU</b>	Tribunal de Contas da União
<b>TNP</b>	Tratado de Não Proliferação de armas nucleares
<b>UFC</b>	Universidade Federal do Ceará
<b>UFPE</b>	Universidade Federal de Pernambuco
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UG</b>	<i>Urangesellschaft</i>
<b>Upra</b>	Usina da Praia
<b>URA</b>	Unidade de concentração de Urânio
<b>URSS</b>	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
<b>Usam</b>	Usina Santo Amaro
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2</b>	<b>ACERCA DOS RISCOS E DE SUA PERCEPÇÃO</b>	17
2.1	EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE RISCO	18
2.2	OS RISCOS NUCLEARES	25
<b>3</b>	<b>CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DOS RISCOS NUCLEARES</b>	29
3.1	RISCOS E PERCEPÇÃO DOS RISCOS ESTRATÉGICOS	29
3.2	RISCOS DAS ESCOLHAS “NUCLEARES” DO BRASIL	35
3.2.1	“Vocação” primário exportadora	37
3.2.2	Energia núcleo-elétrica: uma opção necessária?	53
3.2.3	Desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil: avanços e obstáculos	72
3.2.4	Autonomia e Dependência	80
3.2.5	Flexibilização do monopólio do Estado	84
3.2.6	Regulamentação do setor nuclear	89
3.3	EVOLUÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS RISCOS FÍSICOS	90
3.4	PERCEPÇÃO DOS RISCOS NUCLEARES NO BRASIL	103
3.4.1	Ações e reações antinucleares	104
3.4.2	A defesa da energia nuclear	113
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES PRELIMINARES</b>	116
	<b>REFERÊNCIAS</b>	121
	<b>APÊNDICE A – CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS</b>	143
	<b>APÊNDICE B – TABELA DE INDICAÇÃO DAS ENTREVISTAS</b>	145
	<b>APÊNDICE C - CARACTERIZAÇÃO DO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO</b>	147
	<b>APÊNDICE D - RISCOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES NUCLEARES</b>	163
	<b>APÊNDICE E - A GESTÃO DOS RISCOS FÍSICOS NO BRASIL</b>	184
	<b>APÊNDICE F – OS EFEITOS DA RADIOATIVIDADE NOS SERES VIVOS</b>	195
	<b>ANEXO A - MANIFESTO DA ARTICULAÇÃO ANTINUCLEAR</b>	197
	<b>BRASILEIRA</b>	
	<b>ANEXO B - CARTA DE ITACURUBA</b>	200

## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo propõe-se avaliar as condições de formação do setor nuclear no Brasil como meio de identificar alternativas de política. Sobre uma leitura sistemática dos fatos relativos a esse setor, focaliza os aspectos de risco. Supõe que a percepção social dos riscos nucleares no Brasil está historicamente condicionada por interesses políticos, estratégicos e econômicos. O desenvolvimento da tecnologia nuclear, assim como a expansão das atividades nucleares não são, portanto, opções que obedecem a critérios meramente técnicos, tais como segurança e custos, mas está inserido em um movimento de forças políticas, econômicas e sociais e carrega um discurso, que nem sempre traduz os riscos reais.

A partir da análise histórica da energia nuclear no Brasil e no mundo, de entrevistas selecionadas, com atores que participam ou influem nas decisões de política nuclear, e de opiniões expressas em palestras e seminários, pretende-se averiguar se a percepção dos riscos nucleares é determinante na condução da política nuclear brasileira. Com este propósito, empreende-se uma revisão dos conceitos de risco, bem como se examinam as implicações econômicas e políticas da energia nuclear no país. Este esforço se realiza mediante uma abordagem histórica do problema desde o início do aproveitamento da energia nuclear, na década de 1940.

Parte-se dos fundamentos conceituais do método dialético, pelos quais a percepção dos riscos nucleares é analisada como um processo ininterrupto, cuja transformação opera-se por meio de contradições internas e em relação com o exterior. Abordam-se a energia nuclear e a percepção dos riscos em seu contexto histórico. A consciência social sobressai aqui como um fenômeno que reflete os interesses de classe, com isso diferencia-se de uma leitura positivista, que toma os indivíduos em separado de sua inserção social. Distingue-se aqui a realidade da aparência, o que significa uma leitura crítica do discurso do risco nuclear, contrastando as informações factuais com o discurso.

No mundo de hoje a importância da questão nuclear não pode ser negada. Ocupa diferentes papéis nas condições de poder dos diversos países em função da diferenciação de recursos e de escalas de poder. O século XX esteve marcado por disputas internacionais pelo controle de recursos energéticos. O desenvolvimento tecnológico, que permitiu o

aproveitamento da energia nuclear em diversos usos, entre eles a bomba atômica e a geração de energia elétrica, teve início nos Estados Unidos, na Segunda Guerra Mundial. Durante quatro anos, os Estados Unidos detiveram o monopólio da tecnologia nuclear, que findou com a explosão do primeiro artefato nuclear pela então União Soviética, dando uma nova dimensão ao bipolarismo existente. Nos anos cinquenta, a tecnologia nuclear, desenvolvida inicialmente para fins exclusivamente bélicos, passou também a ser utilizada comercialmente para fins civis.

O caráter dual - civil e bélico - da energia nuclear faz com que ela crie simultaneamente ambientes variados de riscos, cujos desdobramentos não podem ser antecipados com segurança. Riscos físicos, por provocar efeitos ambientais muito prolongados junto com efeitos espaciais não necessariamente controlados. Riscos estratégicos, na medida em que a opção nuclear engloba questões de autonomia energética, controle de recursos energéticos e proliferação de armas nucleares, com consequências imediatas na repartição mundial de poder e que podem, em última instância, causar o aniquilamento do mundo.

O acidente nuclear de Fukushima, ocorrido em março de 2011, não chegou, inicialmente, a modificar a tendência de expansão do setor núcleo-elétrico. A Alemanha declarou o fechamento de todas as centrais nucleares em seu território, mas continuará utilizando energia nuclear importada, comercializando tecnologia nuclear e utilizando a energia nuclear para outros fins. Países como a Rússia e o Japão<sup>1</sup> intensificaram o comércio de usinas nucleares na África e no leste europeu. O presidente francês Nicolas Sarkozy (2007-2012), noticiou, em dezembro de 2011, que a França não abandonará a produção de energia núcleo-elétrica. Em fevereiro de 2012, a CRN (Comissão Reguladora Nuclear), dos Estados Unidos autorizou a construção de dois novos reatores com incentivos do governo federal. Por sua vez, o Brasil, apenas paralisou temporariamente o plano de expansão núcleo-elétrica, que atualmente se resume à conclusão da usina nuclear de Angra III, mas não modificou o calendário de outros empreendimentos, como a construção do Reator Multipropósito Brasileiro, do submarino nuclear ou da implantação industrial de todas as fases do ciclo do combustível.

---

<sup>1</sup>O governo japonês anunciou em setembro de 2012, que o país vai abandonar a tecnologia, para produção de energia elétrica até 2040.

Apesar dos riscos físicos evidentes e dos riscos de proliferação de armas nucleares, que crescem à medida que novos países passam a deter a tecnologia nuclear e poder construir artefatos nucleares e, embora tenha se constatado que a energia núcleo-elétrica requer grande investimento de capital fixo e não é tão segura quanto se supunha, a energia nuclear está longe de ser abandonada. Trata-se apenas de um problema de percepção de riscos? A percepção dos riscos nucleares é determinante nas decisões de política nuclear? A que lógica obedece a opção nuclear? Que grupos de interesse, que frações de classe representa?

Até o acidente japonês, os estudos sobre a percepção pública do risco nuclear no Brasil estavam sendo elaborados como parte de um programa de aceitação da tecnologia nuclear. Acreditava-se que a percepção pública do risco nuclear se distinguiu daquela dos especialistas por não refletir um conhecimento objetivo. Pretendia-se que a rejeição a essa tecnologia resultava do desconhecimento do tema e que através de ações comunicativas esse quadro poderia ser revertido. Tratava-se a rejeição da tecnologia nuclear como a principal barreira que impedia seu desenvolvimento no país, sobretudo no seu aproveitamento como fonte de energia elétrica. Esta abordagem correspondia à dos primeiros estudos de percepção realizados nos Estados Unidos, em 1975 e na França, em 1977.

O acidente nuclear de Fukushima ressaltou a amplitude dos riscos nucleares, aumentando a rejeição pública a essa tecnologia, contudo, não foi capaz provocar o seu abandono, sequer da produção de energia núcleo-elétrica. Empresas da indústria nuclear adaptaram seus projetos de reatores, foram criadas novas mercadorias – produtos e serviços – a fim de satisfazer os novos padrões de segurança.

Mas o uso atual da energia nuclear não se resume à produção de armas e geração núcleo-elétrica. A energia nuclear está presente na agricultura, indústria e na medicina. Esses outros usos produzem igualmente ambientes de risco que, no entanto, não provocam igual rejeição. Basta lembrar que o maior acidente radiológico ocorrido no Brasil deveu-se a uma cápsula de césio originária de um equipamento de radioterapia.

A energia nuclear, não obstante, não provoca unicamente situações de riscos físicos. A política nuclear brasileira pode criar ambientes de riscos estratégicos, difíceis de reverter. A opção pela aquisição de tecnologia, seja pela importação ou pela cooperação, ao invés

do desenvolvimento tecnológico nacional, assim como a política de exportação de matérias primas, têm consequências no significado estratégico da energia nuclear para o Brasil e raízes na formação histórica do país.

Para alcançar seus objetivos, dividiu-se o trabalho em duas partes. A primeira aborda as diferentes compreensões do risco em geral e dos riscos nucleares, especificamente. A segunda parte descreve os principais fatos da evolução da energia nuclear no Brasil e no mundo, desde a década de 1940 até o atual Programa Nuclear Brasileiro, correlacionando as decisões de política nuclear a diferentes riscos e percepções de riscos, apontando para as contradições nem sempre percebidas.

A leitura dos apêndices D, E e F é opcional, embora ilustrativa. O apêndice D descreve os riscos ambientais das atividades nucleares no país (mineração de urânio em Caetité, produção de energia núcleo-elétrica em Angra dos Reis, deposição de rejeitos radioativos e transporte de material radioativo). O apêndice E trata da atual gestão dos riscos no Brasil e o apêndice F aborda os efeitos físicos da radiação, dos quais decorrem os riscos nucleares.

## 2 ACERCA DOS RISCOS E DE SUA PERCEPÇÃO

A construção da concepção do risco nuclear, neste trabalho, deriva da leitura crítica de alguns autores contemporâneos numa perspectiva histórica, dentre os quais Ulrich Beck. Assim como Beck, considera-se, neste estudo, que o risco nuclear é um risco produzido, imposto, globalizado e com consequências catastróficas e incontroláveis e que risco é igual a percepção de risco. No entanto, diferente desse autor, estima-se que a rejeição pública - da sociedade civil - à tecnologia nuclear no Brasil não seja suficiente para alterar as decisões de política nuclear hoje. Estas têm sido tomadas na esfera governamental, em função de uma combinação de interesses, por vezes conflitantes, do grande capital internacional; de uma tecnocracia “nuclear”, que necessita da expansão do setor para sobreviver; e de interesses de soberania nacional, não havendo grande preocupação com antecipação de riscos dado a fatores externos.

Os trabalhos sobre percepção de risco nuclear no Brasil e no mundo procuram averiguar a percepção pública do risco, de modo a mensurar o grau de aceitação e rejeição da tecnologia nuclear, principalmente no que se refere ao seu uso para a produção de energia elétrica e à destinação dos rejeitos radioativos. Neste estudo, entretanto, pretende-se analisar a percepção do risco nuclear dos especialistas e dos tomadores de decisões produtoras de risco e as consequentes reações antinucleares.

Nesta dissertação, analisa-se não apenas o risco físico, isto é, o risco de um acidente nuclear que provoque fuga de radioatividade, mas também o estratégico, na medida em que as decisões tomadoras de riscos (nucleares) envolvem riscos de proliferação de armas nucleares, riscos de dependência tecnológica e questões de soberania. Além disso, considera-se que os riscos físicos influenciam decisões que implicam em riscos estratégicos.

Os estudos de percepção de risco no Brasil têm como referência os primeiros estudos realizados nos Estados Unidos (1975) e na França (1977) sobre a percepção dos riscos físicos. A decisão sobre os rumos do PNB (Programa Nuclear Brasileiro) deve ter como referência a análise dos riscos a partir de uma ótica própria, que reflita as necessidades econômicas, políticas e sociais do Brasil.

Mas não se trata aqui de analisar a percepção dos riscos nucleares a partir dos diferentes discursos e relacioná-los a diferentes grupos, mesmo porque, na dinâmica das relações de poder, os discursos – enquanto exteriorização da percepção – pró-nuclear e antinuclear são apropriados e progressivamente adaptados para a defesa de interesses outros. Mostra-se, pelo contrário, como os riscos nucleares – físicos e estratégicos - são assumidos historicamente em razão de decisões de políticas – industrial, de energia, financiamento da dívida – mesmo quando não são percebidos.

## 2.1 EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE RISCO

Há controvérsias quanto à origem do termo **risco**. Para certos autores (GUIRAUD, 2006), deriva do italiano ou do espanhol, como "dano associado a um empreendimento" ou como "a sorte de um soldado" e surgiu no século XII, para outros (PRADIER, 2006), do árabe *rizq* (a parte dos bens que Deus atribui a cada homem). Magne (2006) argumenta que a origem italiana deriva da árabe, fruto das relações comerciais entre as cidades marítimas italianas e o mundo grego muçulmano em Ceuta, Bizâncio ou Alexandria. Luhmann (1992), Beck (1998) e Giddens (1991) defendem que o risco é inerente à sociedade contemporânea, enquanto que para Weber (1969) o risco constituiria uma consequência do desenvolvimento do espírito capitalista. Há também quem alegue que o termo surgiu no século XVI em uma tentativa de entender os jogos de azar (PEREIRA; SOUZA, 2006).

A noção de risco teve inicialmente uma conotação positiva, identificada com a providência divina. Magne (2006) destaca uma dualidade positiva e negativa desde a origem, na concepção árabe e que se estendeu ao comércio italiano e, posteriormente, aos empreendimentos marítimos espanhóis. O risco dos mercadores italianos estaria associado ao transporte de mercadorias, com sua dupla conotação, positiva na expectativa de ganhos e negativa, na possibilidade de um naufrágio, acarretando perdas. Independentemente da origem e de sua conotação, o risco é uma expectativa de resultado de uma ação, seja ela divina, de causas naturais ou antrópicas.

É comum confundir **risco** com **perigo**. Embora estes conceitos possam estar associados, *perigo* possui uma característica intrínseca de dano enquanto que *risco* é uma expectativa que pode resultar em dano ou não.

[...] se possíveis danos estão sendo interpretados como consequências da própria decisão, trata-se de riscos[...] Não obstante falamos de perigo quando alguém relaciona os próprios danos com causas fora do próprio controle. (LUHMANN *apud* BRÜSEKE, 2006, p.9)

Para Luhmann (1992), o que caracteriza o risco é a decisão, a escolha consciente. Giddens (1991) ressalta que o risco é uma contingência humanamente criada, ideia compartilhada por Pedrão (1996), embora difiram de Luhmann no tocante à decisão.

[...] é certamente possível assumir ações ou estar sujeito a situações que são inerentemente arriscadas sem que os indivíduos envolvidos estejam conscientes do quanto estão se arriscando. Em outras palavras, eles estão inconscientes dos perigos que correm (GIDDENS, 1991, p. 42).

Luhmann (1992) e Beck (1998) consideram **risco e perigo** como duas faces opostas do processo de decisão: quem toma a decisão também se submete a ela. Eles alegam a impossibilidade de conceber **segurança** como inverso de risco. Para os autores, nas sociedades modernas não existe mais o paraíso, aquela situação onde se pode estar em completa segurança.

Existem várias abordagens do risco. A primeira, "objetiva", considera o risco como um produto do dano e da probabilidade. O risco é real, pode ser medido e quantificado independentemente de quem o mede<sup>2</sup>. O risco é o resultado da probabilidade de danos multiplicada pela magnitude das consequências sobre um determinado espaço de tempo. Na segunda abordagem, o risco é subjetivo e socialmente construído por percepções de risco (KIIPPER; IMAKUMA, 2010).

Cada uma das abordagens reflete uma posição política e ideológica em relação ao risco, em especial, ao risco tecnológico. Enquanto a primeira procura um modo de instrumentalizar o risco, a segunda questiona a adoção de tecnologias de risco.

A análise objetiva do risco surgiu no século XVII, quando Blaise Pascal e Pierre Fermat estabeleceram os fundamentos da teoria da probabilidade, que mais tarde foi atribuída a Laplace, ao analisar o risco de morte associado ao uso de vacinas contra a varíola.

---

<sup>2</sup> Embora não exista objetividade pura, uma vez que o risco é a probabilidade de um evento futuro e não há nada mais subjetivo do que o futuro (ADAMS, 2009).

(MOLAK, 1997). A causalidade estatística, no entanto, não foi adequada para explicar os eventos resultantes de ações humanas.

A relativização estatística baseia-se nos limites da “causalidade estatística”: não estabelece uma relação causa-efeito necessária entre os eventos e os comportamentos de indivíduos particulares, mas se baseia nas correlações estatísticas, que definem elementos apenas prováveis entre eventos e variáveis artificialmente isoladas (DEVROOND-MOLLARD, 2006, p. 11, tradução nossa<sup>3</sup>).

Frank Knight (1965) resolveu a indeterminação da escolha, definindo como incerteza o que não poderia ser calculado por ser parte de um julgamento, e garantindo a mensurabilidade do risco. Mais tarde, J. Von Neumann O. Morgenstern, autores de *Theory of Games and Economic Behavior* introduziriam o conceito de informação imperfeita, essencial na análise da Teoria das Decisões (KUPFER; HASENCLEVER, 2002).

O risco é uma ameaça de resultados inesperados, por exposição a um perigo, com probabilidade de perdas e danos. Leva em conta a magnitude das perdas e danos e a incerteza do evento. E se o risco é uma probabilidade de exposição efetiva a um perigo, ele pode ser infinitesimal mesmo quando o perigo é grande (VIALLES, 2004).

O risco como construção de percepções surge com o **paradigma psicométrico**. Utilizado pela psicologia (SLOVIC, 2000), parte do pressuposto que a percepção do risco é individual e sofre influência de fatores psicológicos, culturais, sociais e institucionais, que podem ser quantificados (SJÖBERG et al, 2004). Slovic e Fischhoff, ao descobrirem que certos atributos qualitativos e subjetivos do risco influenciavam a percepção os incorporaram na análise, inaugurando a abordagem da percepção.

A abordagem antrope-sociológica considera que o risco é um discurso integrante de uma ideologia. A percepção do risco é vista como um processo sociológico de adesão, uma construção social, influenciada secundariamente pelos aspectos psicológicos cognitivos. A **teoria cultural do risco** (DOUGLAS; WILDAVSKY, 1982; THOMPSON; ELLIS; WILDAVSKY, 1990), nasce a partir da aceitabilidade do risco que, segundo Mary Douglas, depende da inserção do indivíduo a uma determinada forma da sociedade. Para a

---

<sup>3</sup>La relativisation statistique s'appuie sur les limites de la « causalité statistique»: celle-ci n'établit pas un lien de cause à effet nécessaire entre les événements et les comportements d'individus particuliers, mais repose sur des corrélations statistiques, qui définissent des éléments seulement probables, entre des événements et des variables artificiellement isolées (DEVROOND-MOLLARD, 2006, p. 11).

autora, valores comuns conduzem a medos comuns (DOUGLAS; WILDAVSKY, 1982). Para aceitar o risco é necessário analisar como o risco é percebido, que depende das características do risco que influem na percepção, como medo, controle, se o risco é natural ou construído, a memória, o custo-benefício, dentre outros.

Uma terceira tendência viria surgir como síntese das duas primeiras, a **abordagem construtivista**. Esta última entende que a percepção do risco é construída tanto a partir de valores individuais, quanto pela inserção social do indivíduo (KASPERON et al., 1988).

Autor de uma teoria geral dos sistemas sociais, Niklas Luhmann (1996a) considera diversamente os riscos inerentes à construção sistêmica da sociedade moderna. Para ele, a sociedade é moderna porque permite o distanciamento por sua diferenciação. Luhmann observa que os sistemas sociais criam riscos, mas estes riscos são passíveis de observação e de controle (LUHMANN in BEIRAN, 1996). O sistema social da modernidade se diferencia histórica e empiricamente dos seus subsistemas que funcionam cada qual de maneira específica, com seus próprios códigos de comunicação (HARSTE, 2010).

Gorm Harste (2010) transpõe as considerações de Luhmann sobre a teoria abstrata dos riscos de sistemas para explicar os riscos do subsistema militar. Essa análise permite compreender a posição militar de países como os Estados Unidos ou a União Soviética em decisões que envolvem riscos, como a opção nuclear, mas não se aplica a outros Estados, como por exemplo o Paquistão.

Harste relaciona seis riscos da teoria abstrata dos riscos de sistemas de Luhmann com riscos do subsistema militar vencedor, que descreve como: (a) o subsistema militar não consegue observar o mundo como ele é, em sua complexidade; (b) no interior do subsistema militar existe um conflito entre os observadores e os tomadores de decisões. As auto correções dessa defasagem são limitadas; (c) o "complexo militar industrial" permanece vinculado à inércia da corrida armamentista, da economia, dos investimentos, dos locais de trabalho, dos programas e dos códigos de observação. O subsistema militar não comunica com o subsistema político; (d) a organização vencedora do subsistema militar não observa facilmente as obrigações legais (o direito das populações) de outras organizações. Os processos de decisão estão em desacordo; (e) o subsistema militar se considera todo poderoso em nível absoluto em relação ao conflito nuclear dos anos 1962-

1989. O subsistema não percebe que lhe escapou a definição metafísica e que tem menos poder do que antes de 1989 porque só vê um fortalecimento do monopólio do poder; (f) não existe nenhuma outra potência militar a não ser a organização do sistema militar dos Estados Unidos e da Otan [Organização do Tratado do Atlântico Norte], logo um sistema militar estruturalmente ligado à sociedade moderna de diferenciação funcional (HARSTE, 2010).

Todas essas correntes avaliam que o risco pode ser selecionado e qualificado para ser aceito ou rejeitado a partir de decisões. Uma vez incorporada a influência do sujeito - seja por fatores cognitivos ou sócio-culturais - e as características dos riscos que afetam a percepção, o risco continuaria sendo mensurável, permitindo que se compreenda como evitá-lo ou pelo menos como mitigar as consequências. Em última análise, em todas elas a percepção do risco procede da experiência com um conjunto de fenômenos observáveis e mensuráveis.

A ruptura paradigmática da teoria do risco ocorre em 1986, com a publicação da profética obra de Ulrich Beck, *A sociedade do risco*, (*Risikogesellschaft, risk society*), que antecedeu o desastre nuclear de Chernobyl. Beck também considera que o risco é percebido culturalmente, mas iguala risco a percepção do risco (BECK, 2008). Beck contesta a racionalidade científica das análises do risco, que para ele estão subordinadas à racionalidade da modernidade.

A pretensão de racionalidade das ciências de averiguar objetivamente o conteúdo de risco do risco se debilita a si mesma permanentemente: por um lado, repousa em castelo de cartas de suposições especulativas e se move exclusivamente no marco de afirmações de probabilidade cujos prognósticos de segurança stricto sensu não podem sequer serem refutados por acidentes reais (BECK, 1998, p. 35, tradução nossa<sup>4</sup>).

Na sociedade contemporânea do capitalismo avançado, a velocidade do avanço tecnológico cria situações globais de risco com consequências imprevisíveis, incontroláveis e incomunicáveis. Para Beck, vivemos em uma "sociedade de risco", em um mundo fora de controle, onde não há nada certo além da incerteza. Às diferenças

---

<sup>4</sup>La pretensión de racionalidad de las ciencias de averiguar objetivamente el contenido de riesgo del riesgo se debilita a sí misma permanentemente: por una parte, reposa en un castillo de naipes de suposiciones especulativas y se mueve exclusivamente en el marco de unas afirmaciones de probabilidad cuyas prognosis de seguridad stricto sensu ni siquiera pueden ser refutadas por accidentes reales (BECK, 1998, p. 35).

iniciativas anteriores de mensuração depara-se com a incapacidade de controle do risco. A linguagem institucional de controle ou de promessa de controle, em caso de desastre, coloca em xeque as instituições, criando uma sociedade do medo.

Ulrich Beck (1998) avalia o risco como uma das categorias centrais da insegurança que caracteriza a sociedade contemporânea. Para Beck, os riscos da tecnologia são considerados perigos que afetam a sociedade e sinais de uma crise institucional da sociedade pós-industrial. Beck entende que a produção social dos riscos é indissociável da produção social das riquezas e que, na sociedade pós-industrial, os riscos são fabricados e repartidos socialmente de forma desigual (BECK, 1998).

Assim como Beck, Anthony Giddens também critica as análises técnicas e quantitativas dominantes das causas dos danos e da magnitude de suas consequências, que ignoram as experiências e as interações sociais (GUIVANT, 1998). Para Giddens (1991) o risco é socialmente construído e surge de uma compreensão do fato de que a maioria dos perigos que afetam a atividade humana é criada pelo homem (GIDDENS, 1991).

A globalização do risco, no entanto, não significa homogeneização do mundo ou supressão de classes. Os riscos globais são desigualmente repartidos. Os ambientes de risco são criados pelos países do centro e impostos aos países periféricos, que não têm autonomia para bloqueá-los. Do mesmo modo, riscos decorrentes de padrões de consumo próprios de classes mais abastadas afetam direta e indiretamente populações desprivilegiadas, independente de seus próprios padrões de consumo.

Pedrão (2011) reintroduz o conceito de **incerteza** na análise do risco e de sua percepção. Segundo o autor, a sociedade burguesa ocidental percebe, desde a grande crise de 1930, que vive em um ambiente marcado pela incerteza.

É uma incerteza mais complexa que a apresentada pela Física, porque envolve fatores comportamentais, dentre os quais as condições de independência dos agentes sociais e o poder incontrolado do grande capital. (PEDRÃO, 2011, p. 2)

Pedrão (1996) considera *incerteza* como algo inerente ao mundo da natureza e *risco* como resultante de iniciativas da sociedade. Luhmann (1996b) argumenta que essa diferenciação não é necessária em todas as ciências (LUHMANN in BEIRAN, 1996b).

A análise do risco com a consciência da incerteza implica na percepção de que as condições de antecipação de comportamentos dos agentes econômicos estão sujeitas a variações imprevistas e a mudanças de rota. Assim como Beck (1998), Luhmann verifica a repartição desigual dos riscos, mas sua contribuição na análise do risco é quando parte da constatação de diferentes percepções de condições de incerteza por parte de nações que têm o poder de interferir na incerteza e pelas que são apenas objeto desses movimentos. As teorias do risco foram construídas a partir de percepções europeias e estadunidenses de risco e precisam ser decodificadas frente à experiência brasileira, tendo em vista "que o maior risco de esgotamento de recursos acontece aqui onde nossos recursos têm sido vistos como fonte abastecedora daqueles outros países." (PEDRÃO, 2012, p.2).

Os maiores riscos, como de fracasso do projeto de poder da multilateralidade restrita dos países mais ricos, não é mencionada nesse contexto, no qual, entretanto, se torna mais claro que a conta de energia do inverso dos países europeus se torna mais difícil de pagar (PEDRÃO, 2012, p. 5).

A repartição desigual dos riscos depende também dos valores da sociedade que influenciam as representações do risco através de sua inserção temporal. Sociedades que não possuem um sentimento de longo prazo, como o Brasil, têm fraca aversão ao risco. Dificilmente priorizarão decisões referentes a antecipação do risco (DEVRON-MOLLARD, 2006).

Percebe-se claramente o fator temporal: quando a magnitude do risco é razoável e a escala de tempo suficientemente longínqua, os indivíduos preferem mudar suas crenças a ter que adaptar o comportamento para evitar o perigo (em função de sua opinião original) (DEVRON-MOLLARD, 2006, p.23, tradução nossa<sup>5</sup>).

O Brasil não possui uma cultura do risco, isto é, assim como outros países em desenvolvimento, a antecipação do risco não é uma prioridade.

O risco ocorre como manifestação de "condições - e contradições - estruturais objetivas" do domínio do capitalismo avançado. Mészáros (2004) alerta para o poder da ideologia que subordina as percepções e a "consciência" científica.

O que podemos ver, na realidade, não é que "os homens têm o que merecem", mas que as forças materiais correspondentes às determinações estruturais

---

<sup>5</sup>*On voit bien le rôle du facteur temporel: lorsque la magnitude du risque est suffisante, et que l'échelle de temps est assez lointaine, les individus préfèrent changer leurs croyances que d'adapter leur comportement pour éviter le danger (en fonction de leur opinion originelle)* (DEVRON-MOLLARD, 2006, p.23).

fundamentais da sociedade produzem "*os homens de que eles precisam*" em cada aspecto da vida mediante a qual podem impor seus imperativos estruturais destrutivos sobre a sociedade como um todo, sem levar em conta as consequências (MÉSZÁROS, 2004, p.283).

As escolhas que conduzem a ambientes de risco nuclear não são fruto do livre arbítrio das instâncias políticas nacionais aconselhadas por uma racionalidade científica. O que existe é uma racionalidade ideológica "inseparável do reconhecimento das limitações objetivas dentro das quais são formuladas as estratégias alternativas a favor ou contra a reprodução de determinada ordem social" (MÉSZÁROS, 2004, p.66). A ideologia, enquanto representação de interesses, é fundamental na análise da percepção dos riscos nucleares. Ela se manifesta através de discursos, nos quais a ideologia é mais um conjunto particular de efeitos dentro dos discursos do que um conjunto de discursos (EAGLETON, 1997).

Mas o risco faz também referências a uma representação da realidade em cujo contexto se age. Os ambientes de risco construídos pela racionalidade científica e os acidentes surgem como uma irrupção que se tenta manter à distância do cotidiano (BERNIER, 2007).

Diante do impasse da percepção de risco objetiva, inerente a uma racionalidade científica, mas incapaz de prevenir o risco, cabe considerar uma percepção subjetiva do público, por muito tempo julgada irracional e que hoje é denominada de racionalidade social. É verdade que a aceitação dessa nova classe de percepção de risco amplia a percepção geral do risco, contribuindo na prevenção de riscos e nas respostas, mas, sobretudo, ao se tomar em conta a percepção pública, democratiza-se a responsabilidade da escolha tecnológica que cria ambientes de risco.

## 2.2 OS RISCOS NUCLEARES

A produção de energia nuclear se caracteriza por provocar efeitos ambientais muito prolongados junto com efeitos espaciais não necessariamente controlados. A incerteza dos efeitos sócio-ambientais da energia nuclear faz com que ela represente perfis de risco cujos desdobramentos não podem ser antecipados com segurança.

O risco nuclear assim como outros riscos civilizacionais, é um risco socialmente e culturalmente fabricado, e difere de outros riscos (industriais, catástrofes naturais como terremotos ou inundações) pela dimensão de suas consequências tanto no tempo como no espaço: ameaçam sociedades inteiras e mesmo populações que ainda não nasceram (VANDENBERGHE, 2001).

Um dos atributos da energia nuclear é que produz ambientes de risco que, segundo Giddens (1991) "afetam coletivamente grandes massas de indivíduos - em certas instâncias, potencialmente todos sobre a face da Terra". (GIDDENS, 1991, p. 37). Diferentemente de outros riscos, o risco nuclear é um risco globalizado, que ultrapassa as fronteiras do Estado-nação e "transcende os diferenciais sociais e econômicos" (BECK *apud* GIDDENS, *op.cit*, p.112).

Para Goldemberg (2010) há três tipos de riscos associados ao uso de energia nuclear: físicos, econômicos e estratégicos. Para o autor, os riscos físicos resultam da produção e uso de materiais radioativos e o perigo de contaminação decorrente de acidentes que liberem radioatividade; os riscos econômicos existem em função do custo da energia nuclear; e os riscos estratégicos, da possibilidade de se construir armas nucleares. (GOLDEMBERG, 2010).

O risco físico é um risco ambiental, surge da possibilidade da ocorrência de um evento que provoque a liberação de radioatividade causando contaminação. Esse risco está associado a todas as atividades que envolvem a movimentação de radionuclídeos, que inclui também aplicações médicas e industriais.

Os riscos econômicos compreendem (a) riscos imediatos, relacionados (i) ao custo da energia nuclear; e (ii) aos custos de instalação do empreendimento; e (b) riscos prolongados dos impactos(i) no meio socioeconômico, decorrentes da pressão sobre serviços de infraestrutura, transportes, educação, segurança e saúde; e (ii) no meio biótico, causados pela contaminação que um eventual, embora pouco provável acidente, assim como (iii) os custos de gerenciamento de rejeitos e descomissionamento, nem sempre computados no preço da energia núcleo-elétrica.

Mas se para Goldemberg os riscos estratégicos são riscos de proliferação de armas nucleares, neste trabalho trabalha-se com os riscos políticos, sociais estratégicos da política

nuclear na repartição mundial de poder do mundo capitalista, através do vetor do controle do vetor de tecnologia e de sua correspondente renovação.

Esses três tipos de riscos podem se combinar ou não. A produção de energia elétrica em uma usina nuclear cria ambientes de riscos físicos, mas não necessariamente implica em riscos estratégicos ou econômicos. O desenvolvimento da tecnologia de construção de reatores e a utilização nacional dessa tecnologia vão gerar inicialmente riscos econômicos que serão absorvidos com o tempo, em função da escala de produção. A utilização de tecnologia estrangeira implicará em um aumento de riscos estratégicos de autonomia e uma diminuição de riscos estratégicos de proliferação.

Os riscos estratégicos podem ser divididos em dois grupos. No primeiro grupo encontram-se os riscos vinculados à (a) disponibilidade de recursos energéticos, que no caso da energia nuclear referem-se aos riscos de não dispor livremente e nacionalmente de minerais sensíveis, tais como urânio ou tório e outros bens minerais considerados estratégicos para a indústria nuclear, como zircônio, nióbio, berílio, lítio ou vanádio; (b) o risco de não dispor da tecnologia para construir e fazer operar reatores nucleares; (c) o risco de dependência energética; e (d) o risco da dependência tecnológica.

No segundo grupo identificam-se aqueles que se relacionam ao risco de proliferação de armas nucleares e das tecnologias a elas associadas (ALVIM et al., 2007). Essa divisão, no entanto, não é estanque. O uso dual da energia nuclear (bélico e civil) permite que países ou organizações supranacionais como a AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica) se posicionem e imponham sanções a países que desenvolvem nacionalmente a tecnologia nuclear, por temer, ou com o pretexto de que o uso desta tecnologia se destine a fins bélicos, como ocorre neste momento em relação ao Irã.

O dilema brasileiro consiste em considerar, face aos riscos ambientais irreversíveis, se a opção núcleo-elétrica é indispensável para o desenvolvimento e a autonomia do país, lembrando que o risco nuclear (físico) não se limita à produção de energia elétrica. Toda e qualquer atividade que envolva a produção, manipulação e transporte de radionuclídeos constitui um risco nuclear. Abdicar da produção de energia núcleo-elétrica não elimina, portanto, os riscos físicos no Brasil, mas implica em importantes riscos estratégicos.

Os riscos nucleares resultam em preocupações que englobam realidades diversas e múltiplas. Os diferentes atores - produtores do risco, vítimas potenciais, tomadores de decisão - apresentam discursos diferentes que colocam em evidência a complexidade de uma situação implicando em apostas políticas, responsabilidade, pressões econômicas e impasses na segurança (BERNIER, 2007). Cabe, por último, ressaltar que os riscos físicos são inerentes à produção e ao uso da energia nuclear, enquanto que os estratégicos dependem de decisões de política.

### 3 CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DOS RISCOS NUCLEARES

A compreensão dos riscos nucleares e de sua percepção passa necessariamente por uma leitura do processo histórico de construção da ideologia dominante, que controla as instituições culturais e políticas da sociedade e tem sua base no estágio de reprodução do capitalismo iniciado durante a Segunda Guerra Mundial. Os riscos nucleares<sup>6</sup> surgiram com a apropriação dos usos da energia nuclear pelo complexo militar-industrial estadunidense no Projeto Manhattan.

#### 3.1 RISCOS E PERCEPÇÃO DOS RISCOS ESTRATÉGICOS

Em 1939, Albert Einstein e Leo Szilard, preocupados com a ameaça da expansão nazista, informaram o presidente Roosevelt que a Alemanha havia iniciado pesquisas na área de energia nuclear com o objetivo de construir armas nucleares. Roosevelt então autorizou o governo a custear a pesquisa atômica através do *Advisory Committee on Uranium* e no início do ano seguinte Enrico Fermi e Leo Szilard foram contratados para construir uma pilha nuclear.

[...] a utilização racional da capacidade dos cientistas constituiu um salto qualitativo mediante o qual os militares tomaram consciência do caráter estratégico da ciência e da tecnologia. Os governos e os estados-maiores passaram, então a depositar maior confiança nos cientistas e se convenceram de que eles poderiam desenvolver o potencial de destruição das forças armadas (CAVARAGNI FILHO, 1993, p.1).

A invasão alemã da Bélgica, detentora de minas de urânio no Congo, inquietou igualmente a Grã-Bretanha. A comunidade científica persuadiu o governo britânico a comprar o estoque de urânio belga para evitar que caíssem em mãos inimigas. Churchill criou então o programa nuclear britânico denominado *Maud Committee*, que se reuniu pela primeira vez em meados de 1940.

Em julho de 1941, os ingleses declararam que a bomba atômica poderia ser construída antes do fim da guerra. O avanço britânico no campo nuclear induziu à decisão norte-americana de financiar essa construção. A partir de então, quase sem exceção, os cientistas e os técnicos se uniram aos militares para o esforço de guerra (CAVARAGNI FILHO, 1993, p.1).

---

<sup>6</sup> Estratégicos.

Em 1942, os britânicos se aliaram aos canadenses no programa nuclear, mas dependiam dos Estados Unidos para o fornecimento de urânio enriquecido. Mais tarde, em 1943, a Grã-Bretanha assinaria um tratado de cooperação com os Estados Unidos, do qual o Canadá seria depositário e pelo qual os britânicos abandonariam o *Maud Committee* em favor das pesquisas estadunidenses, garantindo a autoria da primeira bomba nuclear para os Estados Unidos.

Os cientistas soviéticos eram céticos em relação à viabilidade do aproveitamento da fissão atômica e somente em 1943, a partir de informações sobre os avanços tecnológicos estadunidenses, iniciaram os trabalhos para o desenvolvimento de tecnologia nuclear no intuito de produzir a bomba atômica. Mas o programa nuclear soviético só arrancou depois da explosão de Hiroshima (GERMAIN, 1992). Em dezembro de 1946 foi comissionada a primeira pilha atômica soviética e em 1948, em Tcheliabinsk 40, Mayak, começou a funcionar o primeiro reator necessário para a produção de plutônio.

A primeira reação nuclear em cadeia controlada foi demonstrada por Fermi em dezembro de 1942, evidenciando a viabilidade de se produzir um poderoso explosivo utilizando urânio. Esse fato foi prontamente informado ao governo estadunidense através de uma carta de George Pegram dirigida ao Almirante Hooper.

[...] experiências realizadas nos Laboratórios de Física da Universidade de Columbia revelaram a possibilidade da existência de condições tais para permitir que um elemento químico, o urânio, possa emitir uma energia atômica que ele dispõe em grande quantidade; isto pode significar que existe a possibilidade de utilizar o urânio como um explosivo, capaz de liberar energia por unidade de peso um milhão de vezes maior que qualquer explosivo conhecido... (MARTINS, 2001, p.142)<sup>7</sup>

No mesmo ano teve início o *Manhattan Engineering District*.

O Projeto Manhattan foi o marco do início de uma nova etapa para a energia nuclear: uma etapa de sinergia entre o Estado, o desenvolvimento científico-tecnológico e a estrutura produtiva (MEDEIROS, 2005), jamais conseguida em outra época. Foi um projeto militar que tinha por objetivo desenvolver a bomba atômica. Comandado pelo general Leslie

---

<sup>7</sup> As experiências em Columbia, realizadas por Herbert Anderson (1939), que demonstraram a fissão nuclear foram anteriores à primeira reação em cadeia realizada em Chicago por Fermi (1942) (RHODES, 1986).

Groves, e tendo o físico Oppenheimer como seu coordenador técnico, reuniu um grupo de cientistas de renome internacional, muitos dos quais ganhadores do prêmio Nobel.

[...] as novas relações entre militares e cientistas só se materializariam no âmbito do Projeto Manhattan, que determinou o modelo de organização que viria a ser adotado, posteriormente, na pesquisa de natureza militar - principalmente nos grandes complexos científico-tecnológicos do pós-guerra (CAVARAGNI FILHO, 1993, p.1).

As principais realizações desse Projeto, que custou cerca de 21 bilhões de dólares (a preços de 2005) (MEDEIROS, 2005) e consumiu uma enorme quantidade de energia elétrica, foram a construção das bombas atômicas, a produção de plutônio e o domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio.

Foi montada uma rede de laboratórios e instalações de pesquisas nucleares com destaque para três sítios: Los Álamos, no Novo México, Oak Ridge, no Tennessee e Hanford, em Washington. A instalação de Oak Ridge contemplava três unidades de enriquecimento de urânio. Em Hanford foi instalada a unidade de plutônio. Por último, em Los Alamos situava-se o laboratório onde seriam montadas as bombas atômicas.

O primeiro teste da bomba nuclear ocorreu no dia 16 de julho de 1945. Desconhecia-se então as consequências de uma explosão atômica. Assumiram-se os riscos físicos de curto prazo, mas desprezaram-se os possíveis riscos prolongados da radioatividade. Outras duas bombas nucleares<sup>8</sup> estavam prontas para serem lançadas.

Não se pode esquecer que o Projeto Manhattan nasceu durante a Segunda Guerra Mundial, instigado pela preocupação de cientistas de origem judia com a ameaça nazista. Esta ameaça deixou de existir a partir do dia 8 de maio de 1945, com a rendição incondicional da Alemanha às tropas aliadas comandadas pelo general Eisenhower. Era preciso, no entanto, um alvo para testar o poder da bomba atômica, uma razão que justificasse

---

<sup>8</sup> A primeira usava urânio 235 enriquecido a cerca de 95% e mecanismo de canhão. Com o formato mais longilíneo, como um charuto, foi batizada de *Little boy*. A segunda era uma bomba de plutônio, com mecanismo de implosão. [...] foi apelidada [...] de *Fat man*. (CAMARGO, 2006, p.85).

tamanho gasto público, assim, o Japão foi escolhido por ser o único país que ainda não havia se rendido aos aliados<sup>9</sup>.

Nos dias 6 e 9 de agosto de 1945, respectivamente, foram lançadas as bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki. No dia 14 de agosto, cinco dias depois, o Japão declarou sua capitulação incondicional. Era a afirmação perante o mundo do poderio dos Estados Unidos.

O lançamento das bombas atômicas sobre civis modificou a percepção do risco nuclear de Einstein e de outros cientistas que participaram do Projeto Manhattan. Se antes da guerra a ameaça era o projeto de expansão nazista, após a bomba o medo era o da aniquilação nuclear em poder dos Estados Unidos. "Enquanto se mostrou possível, a um custo extremamente alto, derrotar os alemães, os queridos norte-americanos vigorosamente assumiram o lugar deles [...]" (EINSTEIN *apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 276). O que eles não percebiam é que o complexo industrial-militar inaugurado com o Projeto Manhattan havia adquirido um dinamismo próprio tornando-se organicamente necessário para o desenvolvimento do grande capital e subordinando a atividade científica. A elite acadêmica incorporou a ideologia do grande capital como princípio regulador da produção de conhecimento.

O controle da energia nuclear pelos Estados Unidos, nos anos quarenta, modificou as relações desse país com o resto do mundo, reafirmando o projeto de poder mundial iniciado no século dezenove (PEDRÃO, 2009). Além de detentores da tecnologia nuclear, que incluía as técnicas de enriquecimento isotópico do urânio e a produção de plutônio, os Estados Unidos possuíam e testaram a mais potente arma de destruição em massa ora conhecida: a bomba atômica. A bomba dava aos Estados Unidos um imenso poder de dissuasão (SHIMABUKURO, 2005). Essa supremacia durou quatro anos enquanto persistiu o monopólio nuclear dos Estados Unidos, que findou com a explosão da primeira bomba atômica da URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas), em 1949. Segundo Kennedy (1989), "muito antes das previsões ocidentais" (KENNEDY, 1989 p. 370).

---

<sup>9</sup> Uma tese alternativa veiculada por depoimentos de pilotos americanos da época dão conta de que a força aérea americana teria considerado ativamente o lançamento de uma terceira bomba sobre Tóquio como um modo de prevenir os custos em vidas de soldados estadunidenses numa invasão do Japão.

Assim que a URSS adquiriu armas nucleares [...] as duas superpotências claramente abandonaram a guerra como instrumento de política, pois isso equivalia a um pacto suicida. [...] Contudo ambos usaram a ameaça nuclear, quase com certeza sem intenção de cumpri-la em algumas ocasiões. (HOBSBAWM, 1995, p. 222)

Durante esse período foram várias as medidas que os Estados Unidos tomaram para manter a supremacia nuclear, entre elas o AEA (*Atomic Energy Act*) (ATOMIC ENERGY COMMISSION, 1965). Basicamente, instauraram uma política de segredos, para evitar o vazamento de informações que comprometesse o monopólio e, por outro lado, tentaram manter o controle mundial das atividades e dos materiais estratégicos. Nem todas as medidas foram bem sucedidas, porém visavam proteger a posição de supremacia militar na qual se encontravam. O sistema militar estadunidense não estava estruturalmente ligado à sociedade moderna de diferenciação funcional (HARSTE, 2010).

A década de 1940 caracterizou-se por significativos eventos na área nuclear. A descoberta da fissão atômica, o controle da reação em cadeia e a explosão das primeiras bombas atômicas pelos Estados Unidos tiveram como consequências o temor da proliferação de armas nucleares<sup>10</sup> e a antevisão dos amplos usos da energia atômica, em especial o uso para a produção de energia elétrica. Ao perceber a importância da energia nuclear, tanto para fins pacíficos como militares, os Estados Unidos iniciaram uma marcha de acordos e negociações para deter o controle da energia nuclear (CABRAL, A., 2009).

A percepção do risco estratégico dominou o cenário mundial nessa década. A indústria da energia nuclear era exclusivamente bélica. O primeiro reator de potência para a produção de energia elétrica seria ligado à rede elétrica somente em 1956. Temia-se a aniquilação nuclear - percebida apenas por cientistas e políticos - o que não interrompeu a corrida mundial armamentista. Apenas duas bombas atômicas foram lançadas sobre alvos civis - em Hiroshima e Nagasaki, no Japão - até hoje, embora montem a 2404 os testes nucleares realizados até 2006, sendo 521 atmosféricos e 1883 subterrâneos, a maioria realizada pelos Estados Unidos (BATAILLE; REVOL, 2001). Essas explosões nucleares serviam para testar o funcionamento e a segurança das bombas e aprofundar os conhecimentos em física nuclear, ao tempo que constituíam uma demonstração política da potência militar do país. O caráter bélico da energia nuclear colaborava com a aceitação pública do segredo militar.

---

<sup>10</sup> O conceito de Proliferação de Armas Nucleares serve até hoje para evitar que outros países desenvolvam tecnologia nuclear. O único país que utilizou a bomba atômica como arma foi o próprio Estados Unidos, que pretendia manter o monopólio nuclear.

Eisenhower, em pronunciamento presidencial, em janeiro de 1961 diria:

Não podemos mais arriscar improvisações de emergência da defesa nacional. Fomos compelidos a criar uma indústria permanente de armamentos de vastas proporções. Somado a isso, três milhões e meio de homens e mulheres estão diretamente engajados no estabelecimento da defesa. Anualmente gastamos, em segurança militar, mais do que a renda líquida de todas as empresas norte-americanas. Esta conjunção de um imenso estabelecimento militar e uma grande indústria de armamentos é nova na experiência norte-americana. A influência total – econômica, política e até espiritual – é sentida em cada cidade, em cada prédio público, em cada escritório do governo federal. Reconhecemos o imperativo necessário desse desenvolvimento. Entretanto, não podemos deixar de perceber suas graves implicações. Nosso esforço, recursos e condições de vida estão envolvidos, assim como a estrutura de nossa sociedade. Nos conselhos de governo precisamos nos proteger contra a aquisição de influências indevidas, sejam elas procuradas ou não, pelo complexo militar industrial. O potencial de um crescimento desastroso de poder inadequados existe e persistirá. (HARSTE, 2009, p.2, tradução nossa<sup>11</sup>)

O desenvolvimento e a construção de motores a propulsão nuclear para submarinos, navios e porta-aviões acompanharam a produção de bombas iniciada nos anos 1940 contribuindo com o risco nuclear, durante todo o período da Guerra Fria. O primeiro reator para esse fim, um PWR (*Pressurized Water Reactor*) desenvolvido pela Marinha americana e construído pela Westinghouse para o submarino U.S.S. Nautilus, dos Estados Unidos, entrou em operação em 1955 e foi descomissionado em 1980. O submarino nuclear soviético K3 (rebatizado Leninskii Komsomol), entrou em operação 3 anos mais tarde, com dois reatores nucleares.

Em 1993, 301 submarinos e 15 navios militares encontravam-se em operação no mundo (GAGARINSKI; IGNATIEV; DEVELL, 1996), mas para Denis-Lempereur (1992) em 1990, 510 submarinos, 65 navios militares e 10 navios civis - todos nucleares - singravam os mares.

---

<sup>11</sup>*We can no longer risk emergency improvisation of national defense; we have been compelled to create a permanent armaments industry of vast proportions. Added to this, three and a half million men and women are directly engaged in the defense establishment. We annually spend on military security more than the net income of all United States corporations. This conjunction of an immense military establishment and a large arms industry is new in the American experience. The total influence - economic, political, even spiritual - is felt in every city, every State house, every office of the Federal government. We recognize the imperative need for this development. Yet we must not fail to comprehend its grave implications. Our toil, resources and livelihood are all involved; so is the very structure of our society. In the councils of government, we must guard against the acquisition of unwarranted influence, whether sought or unsought, by the military industrial complex. The potential for the disastrous rise of misplaced power exists and will persist (HARSTE, 2009, p.2).*

A percepção do risco nuclear durante a primeira parte da Guerra Fria - entre 1948 e 1967 - centralizou o poder de aniquilamento das armas nucleares. O ápice ocorreu após a crise dos mísseis soviéticos em Cuba, em 1962, quando o risco do aniquilamento nuclear foi percebido pela sociedade civil. As decisões sobre o destino da energia nuclear repousavam em prioridades militares, estratégicas, com objetivos bélicos, para os quais os riscos físicos não eram levados em conta. Para os militares e tomadores de decisão da política nuclear a crise dos mísseis em Cuba foi uma crise de comunicação. A percepção do risco nuclear de aniquilamento galgou a esfera do poder público, mas não foi suficiente para conter a corrida armamentista. No entanto, em seguida a esse episódio foi assinado, 1963, o Tratado Parcial de Interdição de Testes Nucleares ou PTBT (*Partial Test Ban Treaty*) na sigla em inglês, entre os Estados Unidos, Reino Unido e URSS. Esse tratado proibia os testes nucleares atmosféricos, estratosféricos e sub-aquáticos, mas não os subterrâneos. Foi o primeiro tratado sobre questões nucleares que refletiu uma preocupação com o ambiente.

Constatava-se, portanto, a percepção dos riscos físicos nas esferas que conduziam a política nuclear, mas o abandono dessa tecnologia implicava em vantagens estratégicas, que país algum, detentor da tecnologia nuclear, estava disposto a abdicar.

Tais tratados aparentemente surgiam de percepções dos riscos ambientais, mas de fato, ocorriam como mecanismo de controle da difusão tecnológica. A proibição dos testes nucleares, por iniciativa de países que já dominavam a tecnologia, dificultava o acesso a outros países que ainda não haviam testado seus artefatos, dificultando a concorrência.

### 3.2 RISCOS DAS ESCOLHAS “NUCLEARES” DO BRASIL

Trata-se aqui de contextualizar uma percepção contemporânea de risco estratégico cuja cerne é o risco político que se desdobra em aspectos tecnológicos, energéticos e bélicos. Os riscos estratégicos da política nuclear hoje, não são claramente percebidos, mas remontam à formação histórica, econômica, política e social do Brasil.

O primeiro modelo econômico do sistema colonial foi o extrativismo (PEDRÃO, 1985), incluindo a mineração, que continua sendo objeto de investidas estrangeiras até hoje. É nesse papel minerador que o Brasil se inseriu na era Atômica, desde o início, por ser

possuidor de reservas de bens minerais estratégicos e que definiu o espaço do País na trama das relações internacionais no campo nuclear.

A velha colonização foi substituída por relações desiguais de dominação, nas quais a posição internacional do Brasil veio a ser definida de provedor de matérias primas. Nesse modelo, a atitude do governo brasileiro foi de aceitar a presença de capitais internacionais que vieram explorar recursos naturais, dando concessões. Ao mesmo tempo, a elite brasileira passou a se associar com esses interesses internacionais. O governo brasileiro não distinguia que essa alienação política constituía riscos estratégicos para o País.

Na transição do colonialismo clássico para a independência do Continente Americano, a política externa dos novos Estados constituía, teoricamente, um instrumento apto a modificar, pela via das transformações estruturais, as condições de vida material dos povos. [...] entretanto: somente o governo dos Estados Unidos soube preservar nas negociações e lutas externas os interesses socioeconômicos e políticos. No outro extremo, Brasil e Colômbia cederam da mesma forma diante das pressões externas criando [...] as condições de dominação que se perpetuaram (CERVO; BUENO, 2010, p. 21).

Essa dualidade da política externa brasileira teve raízes no fracasso de uma aliança americana contra os planos europeus de reconquista e o temor da ameaça europeia, à época da Independência e que, segundo Cervo e Bueno (2010), correspondia "à própria natureza do Estado brasileiro que se implantava: uma monarquia constitucional e liberal, exercida com elevado grau de autoritarismo e apoiada no modo de produção escravista". (CERVO; BUENO, 2010, p. 37). O Estado brasileiro priorizou os interesses, primeiro da Inglaterra e depois dos Estados Unidos, em busca de reconhecimento, em detrimento dos interesses nacionais, através de acordos desiguais.

A explicação dessa subordinação deriva, segundo Moura (1983), dos elementos de alienação "na própria produção da mercadoria" da sociedade escravista, de tal modo atuantes que incapacitavam o oprimido a elaborar um projeto de ordenação social superior. Mesmo quando o modo de produção escravista foi substituído pelo capitalista, deixaram vestígios, que foram "remanejados e dinamizados na sociedade de capitalismo dependente em função do imperialismo dominante" (MOURA, 1983, p.135).

Fernando Henrique Cardoso (1971) é quem melhor explicaria essa dependência. Para o autor,

[...] sempre haverá uma base interna de dominação externa, não só como resultado de uma superioridade [...] das economias centrais, mas como resultado de um processo político-social de formação de alianças e de legitimações que criam solidariedades [...] entre grupos e classes situados no âmbito das sociedades dependentes com os que se situam nas nações hegemônicas (CARDOSO, F., 1971, p. 72, tradução nossa<sup>12</sup>).

A busca por reconhecimento assim como a opção pelo não enfrentamento armado caracterizou a política exterior brasileira, até os dias de hoje, em negociações referentes a questões nucleares, desde o fornecimento de materiais sensíveis aos Estados Unidos, nos anos 1940 até a assinatura do TNP (Tratado de Não Proliferação de armas nucleares) no governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002). Tal opção reflete, aparentemente, uma não percepção dos riscos estratégicos para o país. Embora essa percepção pressupõe um sentimento nacionalista que não necessariamente retrata a realidade da sociedade brasileira, é o papel subordinado que o país assumiu desde o início da República, que dificultou decisões sobre a autonomia nuclear, quando o mundo era menos regulado.

### 3.2.1 “Vocação” primário exportadora

O primeiro bem mineral radioativo a ser explorado no Brasil foi a monazita<sup>13</sup>, encontrada nas areias monazíticas no litoral do país, da qual se extrairiam os elementos radioativos tório e urânio. Inicialmente, dos dois elementos, apenas o tório tinha valor comercial quando ainda se desconhecia o potencial bélico e o uso civil da energia nuclear. No final do século XIX, com a invenção da lâmpada de manta pelo austríaco Auer von Welsbachem em 1885, o nitrato de tório passou a ser utilizado em camisas de lampiões a gás ou querosene (AYOUB, 1999).

A exploração das areias monazíticas foi uma iniciativa de estrangeiros, notadamente ingleses, estadunidenses, franceses e alemães. O primeiro registro de extração de areias monazíticas no Brasil data de 1886, pelo inglês John Gordon, em Curumuxatiba, litoral sul da Bahia. O estadunidense Maurice Iralsen, que explorava areia monazítica na região de

---

<sup>12</sup>[...] *habrá siempre una base interna de dominación externa, no sólo como resultado de una superioridad [...] de las economías centrales, sino como resultado de un proceso político-social de formación de alianzas y de legitimaciones que pasan a crear solidariedades [...] entre grupos y clases sociales situados en el ámbito de las sociedades dependientes y los que se sitúan en las naciones hegemónicas* (CARDOSO, F., 1971, p. 72).

<sup>13</sup> Fosfato de terras raras contendo tório e urânio.

Guarapari, no Estado do Espírito Santo criou, inclusive, um maquinário para utilização no processo de extração da monazita (SANTOS, I., 2008) As areias monazíticas eram levadas à Europa, para beneficiamento (AYOUB, 1999) e uma parte contrabandeada como lastro de navios alemães (ALMEIDA, R., 1977; CAMARGO, 2006). Estima-se que entre 1886 e 1890 tenham sido exportadas clandestinamente para a Europa aproximadamente 15.000 toneladas de areias monazíticas, apenas da Bahia. (GONÇALVES, E., 1976). O beneficiamento<sup>14</sup> no Brasil das areias monazíticas teve início em 1906 pela *Société Minière et Industrielle Franco-Brésilienne*, sociedade anônima francesa, com sede em Clichy, na França, que instalou, em Guarapari, a usina Mibra (Monazita e Ilmenita do Brasil Mibra S.A.<sup>15</sup>) e exportava o concentrado de monazita, originário das regiões costeiras do Espírito Santo e extremo sul da Bahia, para ser tratado<sup>16</sup> na França.

Até 1926, não havia nenhuma restrição à exploração mineral por estrangeiros. A Emenda Constitucional de 3 de setembro de 1926 veio a estabelecer que “as minas e jazidas minerais necessárias à segurança e defesa nacionais e as terras onde existirem não podem ser transferidas a estrangeiros” (LEITE, 1997, p.55), embora a propriedade da terra garantisse a propriedade das minas e das riquezas do subsolo o que só veio a ser revisto na Constituição de 1934 (BRASIL, 1934).

A descoberta da fissão nuclear, o controle da reação em cadeia e a antevisão dos amplos usos da energia atômica, na década de 1940, redirecionaram o interesse pela monazita brasileira e de outros bens minerais de importância bélica como os minerais de lítio<sup>17</sup>. Pesquisas realizadas em Oak Ridge, no Projeto Manhattan, apontavam o uso bélico das areias monazíticas pela presença de tório e urânio, elementos radioativos e de outros bens minerais não radioativos como o zircônio<sup>18</sup>. Durante a II Guerra Mundial os Estados Unidos manifestaram seu interesse no potencial das reservas minerais brasileiras. Em 1940, Brasil e Estados Unidos firmaram o Programa de Cooperação para Prospecção de Recursos Minerais, que permitiu aos Estados Unidos informações privilegiadas sobre os depósitos de areias monazíticas e que traçou os objetivos e metas para o aproveitamento de pegmatitos, entre eles os pegmatitos litiníferos (MARQUES, J., 1996). Em 1941, o Acordo

---

<sup>14</sup> Tratamento Físico de Minérios (TFM).

<sup>15</sup> Antes de 1945, Monazita e Ilmenita do Brasil Ltda.

<sup>16</sup> Tratamento Químico de Minérios (TQM).

<sup>17</sup> O hidróxido de lítio é utilizado na fabricação de bombas termonucleares de hidrogênio.

<sup>18</sup> Matéria prima das varetas que acomodam as pastilhas de urânio, no núcleo do reator.

Relativo ao Fornecimento Recíproco de Materiais de Defesa e Informações sobre Defesa assegurou o fornecimento de tório e de outros bens minerais estratégicos necessários para atender as necessidades bélicas dos Estados Unidos, ao tempo em que impediu a transferência de tecnologia nuclear para o Brasil.

O Brasil desenvolveu relações privilegiadas com a Alemanha, a França e os Estados Unidos ao longo do tempo, que marcaram a estrutura do relacionamento de hoje, no campo nuclear. Relações comerciais de exportação e importação de minerais estratégicos, armas e equipamentos, influência desses países nas Forças Armadas brasileiras, posicionamento do Brasil durante as grandes guerras se entrelaçaram com interesses de uma elite local composta em grande parte de descendentes de imigrantes culturalmente ligados aos seus países de origem (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006), envolvidos em atividades de beneficiamento de exportação de materiais radioativos dependente do mercado externo.

Para Olympio Guilherme (1957), o Brasil não possuía uma orientação em que se apoiasse sua própria política interna nem uma política externa baseada pelas necessidades ou conveniências nacionais. O Brasil continuou a tradição de exportador de um único produto com vistas em empréstimos e investimentos estrangeiros.

[..] outrora, fomos francófilos ou anglófilos, como depois fomos germanófilos e hoje somos americanistas com uma noção superficialíssima da verdadeira significação dessas influências e dos compromissos delas decorrentes (GUILHERME, 1957, p. 79).

A influência de países como França, Alemanha e Estados Unidos no exército brasileiro data de muito antes da I Guerra Mundial. Em diferentes épocas, jovens oficiais foram enviados para estagiar em escolas militares na Alemanha, na França ou nos Estados Unidos e instrutores franceses, alemães e estadunidenses vieram ao Brasil para auxiliar no projeto de modernização do exército brasileiro. Por trás desse intercâmbio, estabelecia-se um comércio de armas e equipamentos com aquele país de influência. Antes da I Guerra Mundial, oficiais estagiaram na Alemanha, de 1919 a 1930, o intercâmbio foi com a França, nos anos trinta foi a vez dos Estados Unidos (ARAÚJO, 2008).

O intercâmbio com forças armadas de outros países oferecia uma perspectiva mais ampla do que deveria ser o papel de um Exército moderno nos moldes norte-americano, francês e alemão (ARAÚJO, 2008, p. 250).

Note-se que as relações entre o Brasil e os Estados Unidos se solidificaram em função da Segunda Guerra Mundial. No momento em que Getúlio Vargas, em dezembro de 1941 e janeiro de 1942, condenou os ataques japoneses e rompeu relações diplomáticas com os países do Eixo (Itália, Alemanha e Japão), o Brasil perdeu a Alemanha como aliada comercial a quem exportava grande parte da produção e de quem importava armamentos<sup>19</sup>.

A eclosão da guerra resultou na perda de mercados da Europa Central, [...] Esta perda de mercados de exportação não foi integralmente compensada pelo aumento de exportações por parte dos aliados e neutros antes de 1941-42 [...] Só depois de 1941 a expansão das exportações foi assegurada pelo efeito combinado dos acordos de suprimento de materiais estratégicos aos Estados Unidos [...] (ABREU, 1990, p.93-94).

Com o final da II Guerra Mundial desenhou-se um novo quadro geopolítico no qual o controle da energia nuclear pelos Estados Unidos modificara as relações desse país com o resto do mundo.

Para manter essa supremacia, além de garantir o monopólio da tecnologia era necessário o controle das reservas mundiais de materiais estratégicos. Vale acrescentar que, em 1945, os Estados Unidos já controlavam as minas de urânio do Congo Belga, de onde viera o urânio utilizado nas bombas atômicas lançadas sobre o Japão, e do Canadá (CAMARGO, 2006).

Em fevereiro de 1945, durante a Conferência de Chapultepec<sup>20</sup>, o secretário de Estado americano Edward Stettinius Jr. transmitiu a Getúlio Vargas, através de Valentim Bouças, em ofício secreto, a intenção do governo estadunidense de adquirir toda a monazita brasileira, alegando a importância estratégica do tório para os Estados Unidos e invocando o Acordo Relativo ao Fornecimento Recíproco de Materiais de Defesa e Informações sobre Defesa. Em julho do mesmo ano é formalizado o Primeiro Ajuste Atômico entre Brasil e Estados Unidos, pelo qual o Brasil exportaria três mil toneladas anuais de monazita durante três anos, podendo ser renovado por dez triênios consecutivos<sup>21</sup>, ao preço de 31 a 41 dólares a tonelada (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006; SALLES, 1959). Em 1946, o

---

<sup>19</sup> Pouco antes, em junho de 1940, Vargas tentou manter um acordo secreto com a Alemanha a fim de assegurar aquisição mútua de mercadorias, mesmo durante a guerra (GARCIA, E., 2008).

<sup>20</sup> Convocada pelo México, a Conferência tinha como objetivos a reorganização das relações interamericanas adequando-as à nova composição do poder mundial, quando se dava por certa a vitória na Segunda Guerra dos países aliados, encabeçados pelos Estados Unidos e a União Soviética.

<sup>21</sup> Parte da monazita negociada era propriedade da *Société Minière et Industrielle Franco Brésilienne*, que por conta do governo do Maréchal Pétain e sua aliança com Hitler foi retida no Brasil e posteriormente vendida aos Estados Unidos.

Conselho de Segurança Nacional pediu que o acordo fosse denunciado por considerar que as riquezas brasileiras estavam sendo expropriadas, mas as exportações continuaram.

Após a II Guerra Mundial, o alinhamento do Brasil com os Estados Unidos foi estimulado pela lei americana do *Lend and Lease*<sup>22</sup> pela qual a cada dois anos os Estados Unidos cederiam armamento para os países aliados renovando seu próprio armamento. Deste modo, os Estados Unidos mantinham seu parque industrial bélico em plena produção, mesmo no pós-guerra, ao tempo em que conseguiam aliados no alto escalão militar do governo dos países periféricos uma vez que diminuía a dependência dos militares aos seus próprios governos. Esses aliados acabariam por priorizar os interesses dos Estados Unidos em detrimento dos interesses de seus países<sup>23</sup> (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006).

Aos Estados Unidos não interessavam a modernização do exército brasileiro. Os acordos eram de empréstimo e cessão de armamentos obsoletos. Importava aos Estados Unidos criar e reforçar uma dependência que permitisse o acesso a materiais estratégicos e a abertura do comércio para seus produtos. O Brasil era importante para a criação de um bloco de poder estadunidense na América Latina, que tinha a Argentina sob influência alemã.

Mas nem todos os militares brasileiros eram pró Estados Unidos. O almirante Álvaro Alberto Mota, por exemplo, representava a tendência nacionalista, em especial no que concerne a negociações “atômicas”, com os Estados Unidos. O Almirante Álvaro Alberto era o representante brasileiro na Comissão de Energia Atômica (eleito inclusive presidente da Comissão) da ONU (Organização das Nações Unidas) e foi o autor da “tese das compensações específicas” pela qual o preço dos materiais estratégicos não podia representar o valor real e total do produto, sendo necessárias outras compensações.

[...] entre elas as seguintes: (a) preço remunerador, porém não suficiente; (b) prioridade para instalação de reatores primários, destinados à produção de combustíveis nucleares e secundários, destinados à produção de energia, [...] (c) cotas preferenciais de energia em favor do produtor da matéria-prima; (d) direito

---

<sup>22</sup> Em março de 1942, Brasil e Estados Unidos assinam um Acordo de Empréstimo e arrendamento, pelo qual Os Estados Unidos se propunham a transferir ao Brasil, armamentos e munições de guerra até um valor total aproximado de duzentos milhões de dólares, com uma redução de 65% no preço acertado (GARCIA, E., 2008, p. 447).

<sup>23</sup> A “penetração” estadunidense nos meios militares americanos por essa via se estende até a guerra do Vietnam, quando os Estados Unidos deixam de necessitar do mercado latino americano para renovar seu arsenal.

de representação permanente no organismo internacional a ser criado e, sobretudo (e) fornecimento de equipamentos necessários ao nosso desenvolvimento nessa área, juntamente com treinamento de pessoal (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006, p. 63).

O crescente interesse dos Estados Unidos na monazita brasileira e a alta no preço do produto induziram empresários brasileiros a criarem duas empresas beneficiadoras de areais monazíticos<sup>24</sup>: a Orquima S.A.<sup>25</sup> (pertencente a Augusto Frederico Schmidt, Lafer-Kablin, Paulo Bittencourt e Santiago Dantas) e a Sulba (Sociedade Comercial de Minérios Ltda.), subsidiária da Orquima e proprietária da Upra (Usina da Praia), situada em Buena, no município de São Francisco do Itabapoana, no norte do Estado do Rio de Janeiro, que fornecia a monazita para a Usam (Usina Santo Amaro), unidade de produção de compostos de terras raras localizada na cidade São Paulo, pertencente à Orquima, montada, em 1946.

Em 1947, para conter as exportações de urânio e tório, foi criada a Comissão de Fiscalização de Minerais Estratégicos, cuja primeira iniciativa foi a nacionalização das reservas desses bens minerais, contrariando os interesses de setores ocupados na exportação desses produtos. Mas no mesmo ano, ao se aproximar a data de expiração do primeiro triênio, os Estados Unidos informaram ao governo brasileiro da sua intenção de prorrogar o Acordo. As negociações sobre a prorrogação do acordo continuaram e, não obstante a negativa oficial à prorrogação (alegando inconstitucionalidade) prosseguiram as exportações de monazita. Entre 1945 e 1951 foram exportadas para os Estados Unidos 10.141 toneladas de monazita (SALLES, 1958).

Em 1948, o ministro interino do Ministério das Relações Exteriores, Hildebrando Accioli, assinou um novo Ajuste Atômico com os Estados Unidos pelo qual o Brasil garantia a participação dos Estados Unidos na prospecção de minerais radioativos no Brasil, submetendo todas as investigações a um grupo misto de trabalho e comprometendo-se a só divulgar os resultados com autorização dos Estados Unidos (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006).

---

<sup>24</sup> A areia monazítica é composta de 2% de urânio e 6% de óxido de tório, ambos materiais radioativos. O restante, 92% do volume, são uma mistura de sais de cério e terras raras, das quais a Orquima extraía uma série de outros metais entre os quais o tungstênio e o raríssimo európio. (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006).

<sup>25</sup> O italiano Guisepe Occhialini, que veio ao Brasil para integrar a equipe do Instituto de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP (Universidade de São Paulo), era o responsável técnico da Orquima.

A entrada do capital privado nacional na exploração da monazita com participantes com trânsito no governo, capazes de influenciar decisões a respeito das exportações de monazita em benefício próprio teve, no entanto, um papel positivo no desenvolvimento das pesquisas e técnicas de separação de terras raras.

Desde 1949 a empresa ORQUIMA S.A [...] já dominava o processamento químico da monazita [...] produzia fosfato trissódico para o mercado interno, cloreto de terras raras para exportação e carbonato básico de tório bruto, que era adquirido pelo Governo Federal (VASCONCELLOS, 2006, p. 3).

Desenvolveram-se processos de abertura da monazita de modo a permitir a continuidade das exportações e ao mesmo tempo abastecer o governo federal de tório, cuja aplicação nuclear parecia promissora.

A abertura química da monazita e o trabalho posterior em escala industrial tinha uma capacidade de cerca de três mil toneladas de monazita por ano para a produção de tório, cloreto de terras raras (duas mil toneladas) e fosfato trissódico. O tório foi estocado pela indústria principalmente como hidróxido bruto (*thorium sludge*) e depois na forma de sulfato de tório cristalizado (VASCONCELLOS, 2006, p. 4).

O desenvolvimento da tecnologia pela indústria de beneficiamento, no entanto, não obedeceu a um projeto de autonomia nuclear, mas significou um modo de diversificar e intensificar as exportações desses materiais, especialmente para os Estados Unidos. Dentre os metais extraídos das terras raras pela Orquima encontrava-se o európio, o único outro elemento além do chumbo, capaz de bloquear a radiação.

Neste período a ORQUIMA produziu pela primeira vez no Brasil e no mundo, cerca de 200 kg de óxido de európio com pureza acima de 99% visando atender uma encomenda dos Estados Unidos (VASCONCELLOS, 2006, p. 3).

Em 1951, por iniciativa do Almirante Álvaro Alberto, no governo do presidente Dutra, é criado o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), como agência nacional de apoio à ciência com a finalidade geral de “promover o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica em todos os domínios do conhecimento” e com o objetivo específico de incentivar a pesquisa e a prospecção das reservas existentes no Brasil de materiais nucleares e o controle das exportações (MONGELLI, 2006, p.139). O CNPq, autarquia diretamente vinculada à Presidência tinha autonomia financeira, administrativa e técnico-científica. A primeira iniciativa do CNPq

foi estabelecer o monopólio estatal do comércio externo dos principais minérios radioativos e proibir a exportação de urânio e tório, salvo em negociações de governo para governo (BRASIL, 1951). No mesmo ano, foi proibida a exportação de monazita no Brasil.

A exploração das areias monazíticas por empresas estrangeiras teve fundamental importância no papel que o Brasil desempenharia mais tarde como supridor de materiais estratégicos, permitindo ao país o acesso ao grupo de países “nucleares”. Essas empresas privadas de origem estrangeira, entre elas a Duperial<sup>26</sup> (Indústrias Químicas Brasileiras Duperial S.A.) e mais tarde a Sulba, foram as primeiras a realizar prospecções sistemáticas de monazita litorânea. “As evidências de ocorrências minerais com alto teor de tório e urânio, eram preliminares, baseadas na utilização da técnica de cintilometria aérea” (SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 2006, p.8).

Em fevereiro de 1952, aproveitando a ausência do Almirante Álvaro Alberto - que fora enviado à Europa para negociar com a França e a Alemanha - o governo brasileiro assinou um novo acordo atômico com os Estados Unidos, sem a exigência das “compensações específicas” e sem a anuência do Conselho de Segurança Nacional, que foi comunicado do fato, sete meses depois. Também em fevereiro, foi criada, por decreto, a Ceme (Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos), que responderia diretamente ao Ministério das Relações Exteriores, esvaziando o poder decisório do CNPq sobre as exportações dos minerais radioativos. A Ceme era composta pelos ministérios da Fazenda, da Agricultura, das Forças Armadas, do CNPq, do Emfa (Estado Maior das Forças Armadas) e da Cacex (Carteira de Comércio Exterior) (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006)<sup>27</sup>. A Ceme prontamente autorizou a exportação de duas mil toneladas de areia monazítica e duas mil e quinhentas toneladas de óxido de tório anuais, durante três anos, segundo Garcia e Rocha Filho (2006), mesmo antes dos seus membros serem nomeados. Uma cláusula previa a renovação do acordo a cada ano e outra cláusula permitia que os Estados Unidos importassem o volume correspondente aos três anos de uma única vez.

Por circunstâncias várias – que estão sendo desvendadas na Comissão Parlamentar de Inquérito – o tório brasileiro está sendo negociado a preço vil. Inexplicavelmente, estamos transferindo para os Estados Unidos nossas parcas

---

<sup>26</sup> Associação, em 1937, da DuPont estadunidense com a inglesa ICI (Companhia Imperial de Indústrias Químicas).

<sup>27</sup> Vale a pena lembrar que Horácio Lafer, cuja família era sócia da Orquima (beneficiadora de areias monazitas) era então ministro da Fazenda.

reservas. O escândalo chega ao ponto de o nosso país concordar em entregar aos americanos o tório a 9,35 dólares, quando o preço fixado pela Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos é de 43 dólares [...]. Foi a pressão americana, exercida diretamente por um enviado do governo, que determinou a criação da Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos, anulando os dispositivos da lei n.º1.310 de 15 de janeiro de 1951, que criando o Conselho Nacional de Pesquisas, disciplinava a nossa política de minerais atômicos. [...] Toda a política que sugeria ou impedia a alienação de nossas reservas, nunca logrou firmar-se. (FRANQUEIRA, 1956, p.5 *apud* SANTOS, I., 2008, p.3)

Durante a guerra da Coréia (1950-1953), os Estados Unidos pressionaram o Brasil a apoiá-los nesse conflito invocando o Tratado Interamericano de Assistência Recíproca, adotado em 1947. A posição brasileira de não enviar tropas brasileiras à Coréia favoreceu as exportações de monazita para os Estados Unidos, como forma de compensação.

Na vigência do acordo de 1952 com os Estados Unidos, foram realizadas as investigações na reserva uranífera de Poços de Caldas onde o bem mineral encontrava-se associado ao zircônio, minério igualmente importante para a indústria nuclear.

O programa de prospecção de urânio no Brasil foi iniciado em outubro de 1952, com trabalhos de campo nos depósitos zircono-uraníferos de Poços de Caldas. Estes são os mais bem conhecidos depósitos uraníferos do Brasil e os que têm atraído a maior atenção das autoridades brasileiras por causa de sua acessibilidade e do teor de urânio no minério de zircônio (WHITE, 1974 *apud* LEITE, 1997, p. 143).

Nos anos 1970, as reservas uraníferas de Poços de Caldas seriam as primeiras a serem exploradas no país.

Em 1954, a Orquima S.A., que exportava cloreto de Terras Raras para os Estados Unidos não conseguiu renovar o contrato de venda de cério com a Klein & Sacks, empresa estadunidense, em decorrência da queda no preço do produto (TAVARES JÚNIOR; TAVARES, 2005). Sócios da Orquima, participantes do governo, como Horácio Lafer, então ministro da Fazenda e Santiago Dantas do Ministério de Relações Exteriores, através do embaixador Edmundo Barbosa da Silva (GARCIA; ROCHA FILHO, 2006), defenderam, na reunião da Ceme a exportação de lama de tório como contrapeso do cério em troca de excedentes de trigo estadunidense (TAVARES JÚNIOR; TAVARES, 2005). Em agosto, a troca foi oficializada.

O programa de energia atômica dos US conseguiu um benefício extra das tentativas para resolver o intrincadíssimo problema dos excedentes agrícolas. Num arrasador negócio de 41 milhões de dólares com o Brasil para descarregar

os excedentes de trigo dos US 2,8 milhões de dólares forma destinados à compra de tório brasileiro e outras terras raras para acumulação de estoques nesse país (NUCLEONICS, 1956 *apud* TAVARES JÚNIOR; TAVARES, 2005, p. 1).

Um dia antes do suicídio, a pedido de Augusto Frederico Schmidt, também sócio da Orquima, o presidente Getúlio Vargas autorizou mais exportação de monazita (SALLES, 1958). “No final dos anos 50 a Orquima S.A. era o segundo maior produtor mundial de compostos de Terras Raras puros” (VASCONCELLOS, 2006, p. 3).

O desenvolvimento da tecnologia de reatores nucleares com a opção estadunidense por reatores do tipo PWR reorientou os interesses dos Estados Unidos por outro bem mineral abundante no Brasil: o urânio. O fim da lei Mac-Mahon e a entrada da iniciativa privada na construção de reatores nos Estados Unidos com o apoio do governo estadunidense requereram iniciativas para garantir o crescimento da indústria de reatores e a expansão do mercado e o fornecimento de combustível, pelo controle das reservas mundiais do urânio.

Durante a II Guerra Mundial, o Congo Belga foi o principal fornecedor de urânio para os Estados Unidos. No final dos anos 1940 e início da década de 1950 a instabilidade política do país africano iniciada pelo movimento de libertação liderado por Patrice Lumumba, a greve dos mineiros de 1949 a 1950 e a greve geral do porto de Matadi, na província do Baixo Congo afetaram as exportações de urânio para os Estados Unidos e obrigaram o país a procurar novas fontes do bem mineral.

O Almirante Álvaro Alberto propôs a definição de uma política nacional de energia nuclear e o presidente Vargas determinou ao Conselho Nacional de Segurança que considerasse a energia nuclear sob a ótica da segurança nacional. O CNPq e o Conselho Nacional de Segurança recomendaram um programa nuclear que previsse a construção de reatores nucleares, abastecidos de urânio produzido e enriquecido nacionalmente, e a busca de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico em outros países além dos Estados Unidos. O presidente Vargas aprovou a política nuclear independente e autorizou o Almirante Álvaro Alberto a obter tecnologia nuclear na Europa, uma vez que os Estados Unidos se recusavam a transferi-la. Em 1954, é fechado um acordo entre o CNPq e a SPCTR (*Société des Produits Chimiques des Terres Rares*) visando a construção de uma usina de beneficiamento de urânio, para produção de DUA (Diuranato de Amônio) (*yellow cake*), em Poços de Caldas e o Almirante Álvaro Alberto negocia então a compra de três

ultra-centrífugas da Alemanha, que terminaram sendo interceptadas antes de chegarem ao Brasil (CABRAL, R., 2006).

Assim como ocorreu nos Estados Unidos, no Brasil do pós-guerra, percebeu-se também a importância da energia nuclear em seus diversos usos. Militares e pesquisadores se uniram para fundar o CBPF (Centro Brasileiro de Pesquisas Física) (GRIPPI, 2006). Diferentemente dos Estados Unidos, envolvidos no esforço de guerra e com um projeto de dominação mundial, os avanços rumo à autonomia da energia nuclear, no Brasil, aconteceram na esfera científica e militar, sem a inclusão da estrutura produtiva. O setor privado estava envolvido, na época, apenas no beneficiamento e exportação de materiais radioativos, dependente do mercado externo e mais precisamente da demanda dos Estados Unidos. Os interesses da esfera produtiva primário-exportadora conflitavam com o interesse pela autonomia nuclear o que explica o comportamento ambíguo da política externa brasileira naquele período.

Com o suicídio de Vargas, Juarez Távora assumiu a chefia da Casa Militar e, em janeiro de 1955, o Almirante Álvaro Alberto foi exonerado do CNPq. A saída do Almirante Álvaro Alberto reforçou as ligações Brasil-Estados Unidos. O projeto da usina de beneficiamento de urânio foi abortado pela nova direção do CNPq. Nesse ano, o presidente Café Filho (1954-1955) assinou o programa americano “Átomos para a Paz” e foram celebrados mais dois acordos atômicos com os Estados Unidos. O “Programa Conjunto para o Reconhecimento e a Pesquisa de Urânio no Brasil”, relativo ao levantamento conjunto dos recursos em minerais radioativos do Brasil previa a venda do urânio natural aos Estados Unidos e o “Acordo de Cooperação para o Desenvolvimento de Energia Atômica”, permitiu que o Brasil arrendasse até seis quilos de urânio enriquecido a 20% para abastecer reatores de pesquisa adquiridos dos Estados Unidos. A nova postura dos Estados Unidos foi a troca da “proibição” por “cooperação e controle”. Esse mecanismo de controle perdura até hoje.

Em 1956, Juscelino Kubitschek assumiu a presidência e o programa de autonomia nuclear foi reativado<sup>28</sup>. O presidente Kubitschek (1956-1961) lançou o programa “Diretrizes para a

---

<sup>28</sup> Juscelino era a favor do desenvolvimento da energia nuclear. Em 1951, quando era governador de Minas Gerais, constituiu a Comissão Técnica do Estado de Minas Gerais destinada a cooperar com o Conselho

política de energia atômica” (ANDRADE, 2007) que diversificou os negócios nucleares com a França e a Alemanha, mandando adquirir a usina de beneficiamento de urânio na França e buscando as ultracentrífugas, anteriormente encomendadas, na Alemanha. Foram criados mecanismos de controle nacionais, instituindo a CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), vinculada à Presidência da República e encarregada de propor medidas para orientar a política nuclear, e o Fundo Nacional de Energia Nuclear. As atribuições do CNPq relativas à questão nuclear foram transferidas para a CNEN. Também nesse ano foi aberta uma CPI (Comissão Parlamentar de Inquérito) para investigar as denúncias feitas sobre a exportação de monazita para os Estados Unidos, que culminou com a denúncia do acordo de prospecção conjunta e o cancelamento do contrato para exportação de tório para os Estados Unidos, pelo presidente Kubitschek.

A criação da CNEN representou uma mudança de posição em relação aos Estados Unidos, cujo apoio no país se concentrava no Ministério do Exterior, chefiado por Horácio Lafer, então ministro. No entanto, a relação de subordinação com os Estados Unidos não findou, apenas se metamorfoseou em cooperação. A CNEN estabeleceu um programa conjunto de cooperação para reconhecimento dos recursos do urânio no Brasil, com técnicos estadunidenses, sob a coordenação da AEC (*Atomic Energy Commission*), que se estendeu até 1960. A influência dos Estados Unidos no programa nuclear brasileiro também ocorreu através da dependência tecnológica dos centros de pesquisa.

O primeiro reator nuclear instalado no Brasil, precisamente no recém criado IEA (Instituto de Energia Atômica) foi adquirido, em 1958, pelo programa “Átomos da Paz” e incluía, inclusive, o arrendamento de urânio enriquecido com a obrigatoriedade de devolvê-lo, uma vez exaurido, para ser reprocessado nos Estados Unidos. Mais tarde, em 1960, um segundo reator de pesquisa foi instalado no IPR (Instituto de Pesquisas Radioativas), em Minas Gerais.

Os objetivos da CNEN eram desenvolver tecnologia de construção de reatores e dominar o ciclo do combustível, diferentemente do programa nuclear do início do CNPq, cujo marco foi a montagem da infraestrutura de pesquisa em física nuclear (ANDRADE, 2007).

---

Nacional de Pesquisas na localização, estudo e criação de um centro atômico, que viria a ser o Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), criado em 1952.

Em 1962 (lei 4.118 de 27 de agosto de 1962) a pesquisa, lavra e comércio de minerais radioativos foram considerados monopólio do Estado (BRASIL, 1962), e, pela resolução 1/63, a monazita foi classificada como mineral nuclear (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1963).

A resolução 3/65 modificaria em parte a anterior [resolução 1/63], fixando que as areias monazíticas ou zircônio-ilmeníticas ficavam sujeitas à devolução do rejeito radioativo, considerando como tal o concentrado de monazita de 90% de pureza. A resolução 6/67 redefiniria rejeito radioativo considerando como tal “os elementos nucleares U e Th contidos no mineral, minério, concentrado ou outro produto industrial qualquer” (GONÇALVES, E., 1976, p.63).

Pela nova resolução (6/67) o produtor era obrigado a devolver à CNEN o urânio e o tório contidos na monazita quando o teor fosse superior a 0,5% de tório e 0,2% de urânio (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1967).

O desenvolvimento de técnicas para a separação dos elementos da monazita acompanhou as restrições impostas para a exportação. As resoluções limitaram as exportações de monazita, mas também garantiram as exportações dos demais elementos tão estratégicos para a indústria nuclear quanto os elementos radioativos tório e urânio.

Em 1971, a CNEN, então vinculada ao Ministério de Minas e Energia constituiu a CBTN (Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear). A CBTN foi criada como sociedade de economia mista e podia estabelecer laboratórios, unidades industriais, escritórios ou outras dependências em qualquer parte do território nacional<sup>29</sup>. Sua principal atribuição era desenvolver as atividades referentes ao ciclo do combustível nuclear, que abrangia a mineração do urânio, a produção do concentrado, a transformação para o estado gasoso, o enriquecimento, a reconversão para o estado sólido, a produção e o reprocessamento do combustível nuclear. Em 1974, a CBTN passou a ser denominada Nuclebras (Empresas Nucleares Brasileiras), diretamente vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A lei que criou a Nuclebras 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” (TAVARES, 2005, p.8).

---

<sup>29</sup>Lei nº 5.740, art. 1º, § 1º.

Em 1988 foi criada a INB (Indústrias Nucleares do Brasil), sucedendo a Nuclebras (BRASIL, 1988b). Em 1994, a INB incorporou suas subsidiárias Nuclei (Nuclebras de Enriquecimento Isotópico S.A.), Urânio do Brasil S.A. e Nuclemon Minero-Química Ltda., absorvendo suas atividades e atribuições (BRASIL, 1994).

As Indústrias Nucleares do Brasil atuam na cadeia produtiva do urânio, da mineração à fabricação do combustível que gera energia elétrica nas usinas nucleares. Vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, a INB tem sua sede na cidade do Rio de Janeiro e está presente nos estados da Bahia, Ceará, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, 2012a, sp).

Atualmente a mina de urânio em Caetité, sudoeste da Bahia, explorada pela INB abastece os reatores de potência brasileiros. A produção está condicionada à demanda interna e não há exportação de excedentes. Para atender a demanda adicional de Angra III a INB está desenvolvendo e instalando um projeto de expansão da capacidade de produção da mina e da unidade industrial de Caetité, passando sua capacidade de produção das 440t/a de  $U_3O_8$  para 800t/a de  $U_3O_8$ , com modernização do processo industrial (MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2012).

As opções de política nuclear concernentes à exploração de minerais, de minérios nucleares e de outros bens minerais de interesse para a indústria nuclear incorrem em riscos estratégicos. A posição do governo central desde 1963 (BRASIL, 1963) é de preservar o monopólio estatal do urânio e do tório, e limitar e controlar as exportações de minerais e minérios de zircônio, berílio, lítio e nióbio (de interesse para a energia nuclear) (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2012). Mesmo sob controle da CNEN a exportação desses últimos é permitida.

O lítio é combustível na fusão nuclear controlada e é também usado para acondicionar os trocadores iônicos do tratamento de água em reatores nucleares (BARBOSA, D., 2007, p. 3), ou como selante em reatores (GARCIA, I., 2011). Mas ao contrário do urânio e do tório, cuja produção é efetuada pela INB<sup>30</sup>, encarregada de exercer o monopólio de Estado nessa atividade, o Brasil não dispõe de unidades industriais estatais para sua industrialização. Até 2007, a CBL (Companhia Brasileira de Lítio) uma empresa privada

---

<sup>30</sup>Desde 1996 a INB explora o zircônio, não só para a produção de zircaloy, utilizado na indústria nuclear, mas também abastece os setores de cerâmica e refratários (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2009).

de pequeno porte, era a única empresa a dedicar-se à prospecção, lavra e industrialização do espodumênio, que é um minério de lítio (BARBOSA, D., 200?, p. 2).

No Brasil, devido à utilização na área nuclear, as atividades de industrialização, importação e exportação de minérios e minerais de lítio, bem como de produtos químicos derivados orgânicos e inorgânicos, lítio metálico e ligas de lítio, são supervisionadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), conforme o Decreto no 2.413, de 04/12/199, publicado no Diário Oficial da União em 05/12/1997e prorrogado até 31/12/2020 pelo Decreto 5.473 de 21/06/2005. (GARCIA, I., 2011, sp).

O nióbio é um metal encontrado em minerais como pirocloro ou columbita-tantalita. É utilizado em na indústria do aço e em superligas como Iconel, em reatores nucleares. O Brasil é seu maior produtor mundial, com 98,43% da produção mundial em 2010 (PEREIRA JÚNIOR, 2011). Apesar de seu valor estratégico, o Brasil exporta 90% de sua produção. Existem duas empresas no Brasil que extraem o minério, beneficiam e elaboram os produtos finais de nióbio, a CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração), controlada pela família Moreira Sales, mas com 30% de participação de capitais estrangeiros, notadamente asiáticos, dentre os quais a empresa chinesa Ansteel (*Anshan Iron and Steel Group Corporation*), fornecedora de aços especiais para reatores nucleares; e a Mineração Catalão de Goiás Ltda., controlada pelo grupo Anglo American do Brasil (PEREIRA JÚNIOR, 2011).

O zircônio é utilizado na liga zircaloy (zircônio e zinco), matéria prima na produção das varetas do EC (Elemento Combustível). Em 2010, as maiores empresas que extraíram e beneficiaram o minério e elaboraram o concentrado de zircônio<sup>31</sup> foram a INB e a *Millenium Inorganic Chemicals* do Brasil S.A.<sup>32</sup>, (FONTELES, 2011). A exploração da jazida de Buena, pela INB será encerrada em razão do esgotamento da matéria prima.

O berílio é utilizado como moderador e como refletor de nêutrons em reatores nucleares. O óxido de berílio é um rejeito da extração de esmeralda e água-marinha, mas não é produzido no Brasil.

---

<sup>31</sup>Além do concentrado de zircônio são produzidos o zircão e o minério de zircônio (zircão +badeleíta) (FONTELES, 2011).

<sup>32</sup>A Vale S.A., a CBA (Companhia Brasileira de Alumínio S.A.), a Mineração Taboca S.A. e a Mineração Curimbaba Ltda., também participaram, em 2010, da produção de zircônio (FONTELES, 2011).

O alto custo para o seu aparelhamento, devido a natureza tóxica e altamente cancerígena do produto, a associação com outros minerais de difícil separação, aliados a resíduos que podem aumentar o índice de contaminação e degradação ambiental, tornam pouco atrativa a sua transformação pelas indústrias nacionais (SACRAMENTO FILHO, 2011, sp).

O padrão da atual exploração de recursos sensíveis no Brasil pouco mudou desde a mineração colonial. Constatam-se poucos progressos na legislação desde a década de 1960<sup>33</sup>. O tório e o urânio são preservados, mas permite-se a exportação de outros bens minerais de importância estratégica para o Brasil, sendo que alguns deles sequer são considerados estratégicos para a indústria nuclear, como o vanádio. Verifica-se a presença maciça de capitais estrangeiros em grandes investimentos no setor, sobretudo asiáticos, na exploração das reservas brasileiras, enquanto esses países preservam suas reservas nacionais. A presença de garimpos e as múltiplas associações desses bens minerais a diferentes minérios dificulta o controle da produção efetiva e sua eventual exportação.

Há uma pressão externa pelo controle internacional das reservas de urânio e tório, através do Protocolo Adicional do TNP<sup>34</sup>, que o Brasil se recusa a assinar e outra, interna, pela quebra do monopólio estatal da prospecção, lavra e mineração de bens minerais radioativos. A posição do governo central, até então, é de preservar o monopólio estatal e não assinar o Protocolo Adicional do TNP.

Ocorrem, no entanto, outros riscos aliados à política nuclear de preservação dessas mesmas reservas, que são úteis enquanto predominar o processo de fissão nuclear para a produção de energia. As pesquisas sobre fusão atômica encontram-se em estado avançado, inclusive com a contribuição do ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*), em Genebra, que faz parte do consórcio internacional que desenvolve a fusão nuclear para uso comercial e ao qual o Brasil procura se integrar. Caso a tecnologia da fusão nuclear venha a tornar-se economicamente viável, tendo em vista as vantagens ambientais do processo de fusão sobre o processo de fissão, haveria interesse comercial na exploração do urânio e do tório para produção de energia elétrica. Nesse caso o lítio, que é atualmente exportado, passaria a ter maior valor estratégico.

---

<sup>33</sup>Está em andamento a construção de um novo marco regulatório na área de mineração, que apenas legitima a participação de capitais privados internacionais.

<sup>34</sup> Uma das exigências do protocolo é pretender o controle dos materiais nucleares desde a mineração (anteriormente se iniciava no enriquecimento), incluindo a contabilidade e localização das reservas de urânio e outros.

As decisões de política nuclear hoje seguem o mesmo padrão que caracterizou o período colonial. O Brasil reafirma seu papel de país periférico exportador de produtos primários, delegando aos países desenvolvidos a produção industrial e o fornecimento de serviços. Assim, o aumento na produção de urânio esperado pela associação com a iniciativa privada em Santa Quitéria vai gerar um excedente que será exportado<sup>35</sup> na forma de DUA, isto é, no mais baixo estágio de beneficiamento.

Para a INB, esse excedente não representa um risco e sim uma vantagem, pois sua exportação vai trazer divisas para a empresa e para o país. Coerente com a política mineral no Brasil, a exportação de urânio é um negócio. O discurso da INB não traduz uma percepção do risco estratégico - em longo prazo - da exportação de minerais para o país, pelo contrário, a exportação do excedente é considerada uma oportunidade.

### **3.2.2 Energia núcleo-elétrica: uma opção necessária?**

Entre 1945 e 1973, a economia mundial capitalista encontrava-se em excepcional crescimento, que só foi possível pela grande oferta de energia, oriunda em especial de petróleo e derivados. As potências ocidentais detinham o controle da oferta mundial de petróleo através de suas grandes companhias<sup>36</sup>.

Os Estados Unidos foi o primeiro país a desenvolver uma indústria nuclear civil. Em 1955, foi lançado pela AEC, o Programa de Demonstração de Potência, que visava demonstrar a viabilidade comercial da energia nuclear e incentivar o investimento privado.

Com este programa a AEC realizou pesquisas para o desenvolvimento de uma indústria nuclear civil, financiou a pesquisa de reatores mais sofisticados que os da primeira geração de reatores de água leve, forneceu combustível nuclear e pagou os custos de fabricação dos núcleos dos reatores (MONGELLI, 2006, p. 7).

---

<sup>35</sup>A INB exporta DUA para a Cameco, no Canadá para ser enriquecido e compra urânio enriquecido da Urenco.

<sup>36</sup> Standard Oil Company of New Jersey (ESSO); Royal Deutch Shell; Anglo-Persian (hoje BP); Standard Oil of New York (Mobil); Texaco; Standard Oil of California (atualmente Chevron) e Gulf Oil (hoje absorvida por outras).

Através do programa, a Westinghouse, uma das líderes do mercado de energia elétrica, desde o século XIX, nos Estados Unidos, desenhou e construiu o primeiro reator do tipo PWR, baseado na tecnologia do reator para submarino, desenvolvido pela Marinha estadunidense. A usina foi operada pela *Duquesne Light Company*<sup>37</sup> em Shippingport, Pensilvânia.

Em seguida, a GE (*General Electric*), que compartilhava com a Westinghouse desde o final do século XIX o mercado de energia elétrica dos EUA construiu o primeiro reator nuclear inteiramente comercial, privado e sem financiamento governamental, baseado no projeto BORAX, um BWR (*Boiling Water Reactor*) desenvolvido pelo ANL (Argonne National Laboratory), onde também foi construído o protótipo do submarino Nautilus pela Westinghouse. A GE já atuava no mercado brasileiro de energia elétrica, desde 1927, através da sua subsidiária Amforp (*American & Foreign Power Co.*), que se expandiu adquirindo pequenas empresas autoprodutoras no interior de São Paulo, providenciando a interconexão elétrica e difundindo os produtos da GE (GONÇALVES JUNIOR, D., 2007).

A primeira avaliação do aproveitamento possível da energia nuclear no Brasil foi preparada pelo economista estadunidense Stefan Robock, por encomenda da *National Planning Association*, dos Estados Unidos, em 1957 (LEITE, 1997).

Em 1965-1975, as perspectivas para a energia nuclear deverão melhorar consistentemente em razão dos custos crescentes dos novos projetos hidrelétricos [...] O significado econômico da energia nuclear para o Brasil, portanto, será o maior em, aproximadamente, duas décadas (ROBOCK, *apud* LEITE, 1997, p. 140, tradução nossa<sup>38</sup>).

A construção de usinas nucleares no Brasil 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,

---

<sup>37</sup>Uma das empresas de George Westinghouse.

<sup>38</sup>*In 1965-75 the prospects for nuclear power should improve steadily because of increasing costs for new hydro projects [...] The economic significance of nuclear power to Brazil therefore be greatest in about two decades.* (ROBOCK, 1957 *apud* LEITE, 1997, p. 140).

juntamente com a expansão da metalurgia dos minerais atômicos, da meta 2 do Programa (BRASIL, 1958). Em 1956, a empresa estadunidense Amforp, que até 1965 controlou 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, BIASI, 1979). O projeto foi abandonado em razão do alto custo do quilowatt instalado (US\$ 2000,00, a preços de 1956).

A recém criada CNEN, vinculada à Presidência da República foi encarregada de propor medidas para orientar a política nuclear (BRASIL, 1956), anteriormente atribuída ao CNPq. 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 *yellow cake*, em Poços de Caldas, Minas Gerais e de uma usina de conversão em São Paulo (CAMARGO, 2006).

A Superintendência do Projeto Mambucaba, instituída 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 termoeétrica na bacia do rio Mambucaba, no Estado do Rio de Janeiro. (BRASIL, 1960). Na escolha da localização da usina considerou-se 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 (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 criado, 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 *Gibbs and Hill Inc.* para avaliar o potencial hidráulico e o mercado de energia elétrica do Sudeste (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 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-gás<sup>39</sup> para a geração de energia elétrica e que pretendia retomar uma posição de prestígio mundial nas pesquisas nucleares<sup>40</sup>. 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 Eletrobras 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 núcleo-elétrica 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, em Minas Gerais, o Grupo do Tório, com o objetivo de construir reatores regeneradores (*Breeder*) de potência que utilizassem o tório como combustível<sup>41</sup>. 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

---

<sup>39</sup> Em 1958, a França resolveu diversificar a linha de reatores adotando os BWR da General Electric e os PWRs da Westinghouse.

<sup>40</sup> Essa opção foi abandonada quando o governo francês optou, em 1969, pela tecnologia do PWR, licenciada pela Westinghouse.

<sup>41</sup> Ainda não se conhecia o potencial das reservas de urânio brasileiras.

Grupo do Tório contou com o apoio do CAE (*Commissariat d'Energie Atomique*) da França, da Alemanha e da Suécia (VARGAS, 2007) e de técnicos estadunidenses.

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 nucleirização era primordial para manter o processo de crescimento sustentado, que levaria o Brasil a tornar-se uma grande potência<sup>42</sup> (CAMARGO, 2006; GIROTTI, 1984).

Em 1968, foi formado o Grupo Lane, com especialistas da AIEA, Eletrobras, CNEN e seus institutos e liderado por James Lane, engenheiro estadunidense, que participara 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 Eletrobras<sup>43</sup>, que por sua vez designou sua subsidiária Furnas para construir a primeira usina nuclear no Brasil (GIROTTI, 1984). O planejamento do 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 dos estudos do consórcio Canambra 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, ficou então 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

---

<sup>42</sup> “O modo através do qual se exprime o ser grande potência é dado pela possibilidade de imprimir à atividade estatal uma direção autônoma, que influa e repercuta sobre outros Estados: a grande potência é potência hegemônica, chefe e guia de um sistema de alianças e de acordos com maior ou menor extensão. A força militar sintetiza o valor da extensão territorial [...] e do potencial econômico (GRAMSCI, 1980, p.191).

<sup>43</sup> Segundo Girotti (1984) em 1967 a Eletrobras passa a ser responsável pela construção e operação de usinas nucleares, função antes atribuída à CNEN.

fonte hidráulica. 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 apresentadas<sup>44</sup>. 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 de US\$ 308 milhões com a Westinghouse – que não previa transferência tecnológica - 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 (Eletrobras Termonuclear S.A.) 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)<sup>45</sup> (ELETRONUCLEAR, 2011a).

A construção de Angra I foi iniciada em 1972, durante o governo do presidente Médici (1969-1974) e concluída dez anos depois<sup>46</sup>. Em abril de 1982, Angra I foi conectada ao sistema elétrico, mas devido a problemas técnicos associados ao projeto, entrou em operação comercial somente 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%.

---

<sup>44</sup> Um PWR da Kraftwerk Union - Siemens (Alemanha); um PWR da Westinghouse (Estados Unidos); um BWR, da Kraftwerk Union-AEG (Alemanha); um BWR da GE (Estados Unidos), um SGHWR (*Steam Generating Heavy Water Reactor*) da NPG (*Nuclear Power Group*) (Reino Unido).

<sup>45</sup> A correção monetária dos ativos foi suspensa em dezembro de 1995.

<sup>46</sup> 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.

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 as alianças. 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 (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 nacional<sup>47</sup>. Sua principal atribuição era desenvolver as atividades referentes ao ciclo do combustível nuclear, que abrangia a mineração do urânio, a produção do concentrado, a conversão<sup>48</sup>, o enriquecimento, a reconversão, a produção das pastilhas e a montagem do elemento combustível.

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 nucleares<sup>49</sup>, 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 participar do plano brasileiro de expansão núcleo-elétrica. Na década de 1970, a Framatome era contratualmente impedida de comercializar livremente os reatores PWR licenciados pela Westinghouse (BOULIN, 2000; GIROTTI, 1984).

---

<sup>47</sup>Lei nº 5.740, art. 1º, § 1º.

<sup>48</sup> Purificação e transformação do concentrado de urânio para o estado gasoso.

<sup>49</sup> Inicialmente, pensou-se na Westinghouse para a implementação do plano de expansão núcleo-elétrica.

O primeiro choque do petróleo, em outubro de 1973, ocorreu quando a Opep (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) resolveu aumentar o preço do barril de petróleo e acusou a dependência dos países industrializados nesse tipo de combustível e a importância de manter estoques. Reabriu-se então, o debate sobre política energética e diversificação da matriz energética e energia nuclear como alternativa, dentre outras.

Em 1974, a Eletrobras, estatal criada em 1962, elaborou o Primeiro Plano de Expansão de Longo Prazo do Setor Elétrico, também chamado de Plano 90, em consonância com as metas do II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento), fundamentado nos estudos que o consórcio Canambra havia elaborado para o setor, nos anos 1960. O Plano 90, assim como ocorrera anteriormente, superestimou a estimativa da demanda de energia elétrica para a região Sudeste-Sul (24,3 GW médios), indicando a necessidade de uma complementação do sistema hidroelétrico com quatro (cenário pessimista) a oito (cenário otimista) usinas núcleo-elétricas. Segundo Gonçalves Júnior (2007),

As indicações propostas neste estudo – o PLANO 90 – sintetizam uma época, na qual, o estado brasileiro foi diretamente utilizado como um dos mecanismos para se contrapor à tendência à baixa nas taxas de acumulação que as grandes empresas internacionais enfrentavam (GONÇALVES JÚNIOR, 2007, p. 238).

Com o choque do petróleo, 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 núcleo-elétrica, como também a assinatura de novos contratos de fornecimento de urânio enriquecido para a RDA (República Democrata Alemã), que surgia como possível aliado brasileiro na política nuclear. Na época, a RDA era proibida de enriquecer urânio em seu próprio país desde o Tratado de Paris (1955), depois da Segunda Guerra Mundial (BATISTA, 2000).

A RDA já dominava o ciclo do combustível, possuía uma proeminente indústria nuclear (reatores, equipamentos pesados, construção de usinas nucleares), investia na pesquisa e 7% da matriz energética era de origem nuclear. O problema da RDA consistia na dependência de urânio enriquecido<sup>50</sup>. A crise do petróleo atingiu também outros setores, com a queda da demanda por energia elétrica e por construção de usinas nucleares e

---

<sup>50</sup> A exploração do urânio a RDA, desde 1954, era realizada pela empresa germano-soviética SDAG (*Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft*) Wismut. Toda a produção de concentrado de urânio era expedida para a URSS, para beneficiamento (AGENCE POUR L'ENERGIE NUCLEAIRE, 2007).

equipamentos afins. Restava à RDA estabelecer negociações externas de modo a retomar 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 a água pressurizada, totalmente dependente dos Estados Unidos. Criaram-se as condições que resultaram na cooperação entre Brasil e Alemanha<sup>51</sup> e culminaram no Acordo de Cooperação no Campo dos Usos Pacíficos da Energia Nuclear.

O governo brasileiro, naquele momento, reconheceu que o risco estratégico da dependência tecnológica inviabilizava a indústria núcleo-elétrica brasileira. O sucesso da produção de energia de origem nuclear dependia do desenvolvimento de todas as etapas do ciclo do combustível em território nacional. Acreditava-se, não obstante, na cooperação internacional como meio de adquirir tecnologia.

Na escolha da RDA como parceira também contou a forte influência alemã no Brasil, que com várias empresas instaladas no país, como a BASF, a Bayer, a Hoescht, a AEG Telefunken, a Daimler Benz, a Krupp, a Mannesmann, a Siemens, a August-Thyssen-Hute, a Salzgitter, a MAN, a Zeiss, a Flick e a Volkswagen, que juntas representavam mais de 100.000 empregos.

Como ocorrera anteriormente na mineração, a percepção do risco estratégico *a posteriori*, demonstra – aparentemente - uma fraca aversão ao risco, corroborando a tese de Devron-Mollard (2006). Essa explicação, no entanto, pressupõe que os países em desenvolvimento não seriam racionais como os países desenvolvidos. De fato, essa racionalidade existe, mas não é baseada no interesse coletivo nacional, mas em interesses políticos e econômicos de determinados grupos. As decisões de política nuclear – até hoje - beneficiam principalmente o capital estrangeiro e sustentam a classe política e tecnocrática dominante local. Note-se que o projeto brasileiro de poder durante governo do presidente Geisel era tornar o país uma potência regional.

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

---

<sup>51</sup> República Democrática Alemã.

o estabelecimento de negociações entre Brasil e a RDA 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 Nuclebras e as indústrias alemãs de tecnologia nuclear para a formação de sete subsidiárias da Nuclebras, sob forma de *joint-ventures*: a Nuclam (Nuclebras Auxiliar de Mineração S.A.), entre a Nuclebras (51%) e a UG (*Urangesellschaft*)<sup>52</sup> (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, entre a Nuclebras (75%), Steag (15%) e a Interatom (10%), para enriquecimento e serviços de enriquecimento pelo método de jato-centrífugo (*jet-nozzle*)<sup>53</sup>; a Nustep (Nuclebras Pesquisa de Tório e areias monazíticas S.A.), com sede na Alemanha, entre a Nuclebras (50%) e a Steag (50%), para prosseguimento, na Alemanha Ocidental, dos trabalhos de desenvolvimento do processo de jato-centrifugação, e que seria a dona da patente do processo; a Nuclen (Nuclebras Engenharia S.A.) entre a Nuclebras (75%) e a KWU (Kraftwerk Union) (25%), responsável pela engenharia, construção e montagem de usinas nucleares; a Nuclep (Nuclebras Equipamentos Pesados S.A.), entre a Nuclebras (75%) e um consórcio formado pela KWU, Voest Alpine<sup>54</sup> e a GHH Sterkrade (25%), encarregada da produção de equipamentos pesados para usinas nucleares<sup>55</sup>. 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 (TRIBUNAL DE

---

<sup>52</sup>Atualmente, 100% subsidiária da Areva, com sede em Frankfurt, e filial nos EUA, a UG negocia urânio no mercado internacional.

<sup>53</sup>Inicialmente a tecnologia de separação isotópica a ser utilizada era a de ultracentrifugação a gás, porém, na última hora, a Holanda, que faz parte da Urenco, juntamente com a Alemanha e a Inglaterra, vetou a transferência desta tecnologia. Em seu lugar foi proposto o processo de separação isotópica por jato centrífugo, de não comprovada eficiência.

<sup>54</sup>Empresa austríaca.

<sup>55</sup>Também foi criada a Nuclemon (Nuclebras de Monazita Ltda.), com 100% de capital da Nuclebras, 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 Nucon (Nuclebras Construtora de Centrais Nucleares S.A.), também com capital 100% da Nuclebras, para a construção de usinas nucleares. Esta última seria desativada pelo Dec. nº 90.398 de 7.11.1984 (BRASIL, 1984).

CONTAS DA UNIÃO, 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 (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 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 Hypotheken und Wechselbank*, *Westdeutsch Landesbank* e *Commerzbank A.G.*, liderado pelo *Dresdnerbank A.G.*, juntamente com o *KfW (Kreditanstalt für Werdersaufbaun)*. (CONANT; GOLD, 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 reais<sup>56</sup>.

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” (BRANDÃO, 2002, p.86). 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 empresas alemãs. O que parecia o caminho para a autonomia nuclear brasileira havia se manifestado como uma subordinação da economia brasileira aos interesses do capital privado alemão (BRANDÃO, 2002).

Para a comunidade técnico-científica dos centros de pesquisa como o Ipen (Instituto de Pesquisas Energéticas) ou o CDTN (Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear), o

---

<sup>56</sup> A correção monetária dos ativos foi suspensa em dezembro de 1995.

Acordo teve fundamental importância na formação de um quadro brasileiro qualificado para atuar no setor nuclear. O conhecimento foi adquirido tanto pela transferência de conhecimento de técnicos alemães que vieram ao Brasil, como pela formação de técnicos brasileiros na Alemanha. O Acordo contribuiu para os avanços tecnológicos do setor. Não se verifica a percepção da subordinação que esse modo de aquisição tecnológica implica.

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 preservação ambiental 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 "que encerrou suas atividades sem maiores resultados" (KURAMOTO, APPOLONI, 2002).

Contribuíram para o 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 (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2003). O Acordo foi finalmente paralisado em 1983, pelo general Figueiredo (1979-1985). As empresas binacionais subsidiárias da Nuclebras foram extintas, com exceção da Nuclep, que foi nacionalizada. A Nuclebras deu origem à INB<sup>57</sup>, empresa de economia mista vinculada à CNEN (BRASIL, 1988c) e hoje subordinada ao Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação, que atualmente responde pela exploração do urânio e de todas as fases do ciclo do combustível.

O Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, que deveria assegurar a independência energética do Brasil e da Alemanha, colocara em xeque o abastecimento da Alemanha em urânio e ainda transformou "Angra dos Reis" no *Estalingrado* da Indústria Nuclear Alemã. Em contrapartida, o Brasil iniciara uma aventura de consequências imprevisíveis, pretendendo instalar usinas atômicas, cujo índice de aproveitamento médio não ultrapassa 67% na própria Alemanha (MIROW, 1978, p.68).

---

<sup>57</sup>Em 31 de agosto de 1988, foi autorizada a constituição da Urânio do Brasil S.A, subsidiária da INB, com sede no município de Caldas, Minas Gerais (BRASIL, 1988b).

As crises do petróleo 1973, 1979 e 1990 ocasionaram 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 núcleo-elétrica, 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 1987<sup>58</sup>, juntamente com as novas perspectivas de produção hidrelétrica, petróleo e 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.

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 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)<sup>59</sup>. O presidente Sarney, em 1988, desmontou o complexo industrial controlado pela Nuclebras (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2003; BRASIL, 1988c).

A construção e a administração de centrais nucleares foram atribuídas à ELETROBRAS, 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 (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2003, p.11-12).

A onda de privatizações que caracterizou o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) atingiu indiretamente o setor núcleo-elétrico. 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.

---

<sup>58</sup> Mesmo não se tratando de um acidente envolvendo usinas núcleo-elétricas o acidente teve grande impacto na percepção do risco nuclear por ter acontecido no Brasil.

<sup>59</sup> Embora em 1995 a Eletrobras e o MME (Ministério de Minas e Energia) tivessem decidido incluir Angra III no Plano Decenal do Setor Elétrico com partida prevista para 2006 (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2003).

Em 2007, o CNPE (Conselho Nacional de Planejamento Energético) aprovou o PNE (Plano Nacional de Energia) 2030 e o PNEE (Plano Nacional de Energia Elétrica) 2030 que consideravam a possibilidade de se construir mais quatro a oito usinas nucleares para suprir a demanda de energia elétrica (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2007).

Em 2008, o governo brasileiro anunciou as novas metas do PNB (GONÇALVES, O., 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.

A Eletronuclear apresentou o plano de expansão núcleo-elétrica. As razões alegadas pela empresa para a construção de novas usinas nucleares foram: (a) a expansão da demanda por energia elétrica em consequência de novos investimentos industriais e do aumento populacional; (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 PCH (Pequenas Centrais Elétricas) e outras fontes alternativas de energia (eólica, solar, geotérmica, marés); (e) a emissão de CO<sub>2</sub> 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, 2009a). 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)<sup>60</sup>.

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 equipamentos já

---

<sup>60</sup> 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.

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 bilhões<sup>61</sup>, 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 milhões de engenharia estrangeira; (e) R\$ 1,6123 milhões de suprimentos nacionais; (f) R\$2.224,6 milhões de suprimentos estrangeiros; (g) R\$1.514,8 milhões de construção civil (Andrade Gutierrez); (h) R\$1.447,4 milhões de montagem eletromecânica; (i) R\$ 19,9 milhões de despesas pré-operacionais; (j) R\$ 302,6 milhões de outras despesas; (k) R\$ 606,3 milhões de reserva de contingência; e (l) R\$ 662,4 milhões de carga inicial de combustível (TRAVASSOS, 2010a; 2010b). Os equipamentos e serviços importados serão fornecidos pela Areva NP<sup>62</sup>. Contratos com as empresas brasileiras Bardella, Nuclep, Confab<sup>63</sup> e EBSE (Empresa Brasileira de Solda Elétrica S.A.) e com a francesa Areva NP foram revistos.

Em junho de 2010, a portaria n° 587/10<sup>64</sup> do MME autorizou a contratação até 1.185 GW médios produzidos por Angra III como energia de reserva, por trinta e cinco anos, a partir de 2016 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2010). Apesar de não ser complementar ao sistema hidroelétrico, como outras térmicas, pois é sempre despachada, a energia nuclear de Angra é considerada de reserva, pois dará mais estabilidade ao sistema elétrico, já que os novos empreendimentos hidroelétricos não possuem grande capacidade de armazenamento de água deixando o sistema mais vulnerável a mudanças climáticas que alterem a hidrologia. Esse artifício permitiu à Eletronuclear repassar os custos associados à contratação de energia de reserva para todos os usuários de SIN (Sistema Interligado Nacional), de contrair empréstimos junto ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e de comercializar a energia produzida diretamente com as distribuidoras.

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

---

<sup>61</sup> 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.

<sup>62</sup> Fusão da Siemens KWU com a Framatome.

<sup>63</sup> Empresa fundada pela família Vidigal. Pertence hoje ao grupo Tenaris.

<sup>64</sup> Revogada pela portaria n° 980 do MME de 23 de dezembro de 2010.

obra será financiado pela Eletrobras: R\$ 890 milhões com recursos provenientes da RGR (Reserva Global de Reversão)<sup>65</sup>, recentemente prorrogada por mais 25 anos, e €1,5 bilhão financiados através de um empréstimo à Eletrobras por um consórcio de bancos franceses e espanhóis liderado pelo grupo *Société Générale*, do qual participam o *Crédit Agricole*, o Santander e o BNP Paribas, o CIC (*Crédit Industriel et Commercial*) e o BBVA (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA) (ELETROBRAS, 2011c; TRAVASSOS, 2012). 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<sup>66</sup>, caso venham a ser construídas.

Assim como ocorreu com Angra I Angra II e Angra III as novas usinas contemplariam reatores PWR, fabricados por empresas estrangeiras<sup>67</sup>. 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 iniciais de localização dos sítios, realizados pela Eletronuclear<sup>68</sup> 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 alojar mais quatro usinas. O acidente de Fukushima interrompeu a continuidade dos estudos, que pretendiam abranger

---

<sup>65</sup> 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 Eletrobras que deveria ter sido extinto no final do exercício de 2010. O impacto da RGR é de 1,2% na composição da tarifa – base 2011 – paga pelos consumidores. O TCU (Tribunal de Contas da União), em 2012, constatou uma série de irregularidades na administração da RGR (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2012).

<sup>66</sup> Cujos projetos sejam aprovados até 31 de dezembro de 2012.

<sup>67</sup> Os principais concorrentes são: (a) Westinghouse/Toshiba (EUA/Japão), com um AP1000 de 1000MW; (b) Areva/Mitsubishi (França/Japão), com um Atmea 1 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).

<sup>68</sup> A empresa CDIOX, fruto de uma parceria de pesquisadores do GARTA da COPPE com ex-executivos da White Martins, foi contratada pela Eletronuclear para realizar o “Estudo de localização de sítios na Região Nordeste do Brasil para empreendimento nuclear de potência”.

todo o território nacional<sup>69</sup>. Estava prevista a apresentação pela Eletronuclear de um Atlas Nuclear de localização de centrais nucleares no Brasil, poucos dias antes. À diferença do que ocorreu com a localização da CNAAA (Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto), 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 não governamental estadunidense. O EPRI (*Electric Power Institute*) realiza pesquisas para a indústria de energia elétrica dos Estados Unidos (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, 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<sup>70</sup>. 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 núcleo-elétricas não tenham sido incluídas em razão dos atrasos na decisão de construí-las e do longo prazo de execução do empreendimento (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2011). Mais uma vez, a opção nuclear mostrou-se dispensável.

Até o acidente de Fukushima, havia consenso de diferentes grupos partícipes do setor nuclear e de energia (Ipen, CNEN, INB, Nuclep, Eletrobras, Eletronuclear, EPE, empresas internacionais e nacionais), do governo central e das Forças Armadas, no que se referia à construção de novas usinas no país. Esses grupos contavam com o apoio de parlamentares e com o empenho de governos estaduais e municipais em sediar os futuros empreendimentos nucleares. A oposição restringia-se a alguns grupos ambientalistas não governamentais, como o *Greenpeace* e representantes da academia, estudiosos do setor de energia.

O acidente de Fukushima alertou os atores para os riscos nucleares físicos. O plano de expansão núcleo-elétrica foi adiado e foram reforçadas as medidas de segurança e de

---

<sup>69</sup> Estudos preliminares de localização foram posteriormente realizados abrangendo 22 estados brasileiros.

<sup>70</sup> Plano ensejado pela Eletronuclear, pois não havia uma decisão do governo central em relação à construção de novas usinas.

prevenção de acidentes. Mas, sobretudo expôs as contradições reais na estrutura de poder, mascaradas por divergências técnicas.

A EPE prontamente reformulou o Plano de Energia, excluindo dos cenários o aporte energético das novas usinas. Foram criadas condições de incentivo para outras fontes energéticas, tais como hidroelétrica, eólica e biomassa, que já substituíram o montante de energia núcleo-elétrica a ser produzido; os governos estaduais e municipais aspirantes a sediar os empreendimentos nucleares reverteram suas posições. Continuaram defendendo publicamente a expansão núcleo-elétrica a Eletronuclear, a INB e o Ministro de Minas e Energia, Edson Lobão.

O capital privado internacional migrou para investimentos e financiamentos de outras fontes. Hoje está presente na construção e operação de parques eólicos, hidroelétricas ou empreendimentos de biomassa e domina o mercado de distribuição de energia elétrica no Brasil.

No que se refere à produção núcleo-elétrica, o discurso da esfera governamental não exprime a percepção do risco de dependência tecnológica, pelo contrário. O acidente de Fukushima reforçou a posição de adotar uma tecnologia estrangeira, já provada, logo, mais segura, como meio de reduzir os riscos físicos e financiar o setor. Mas o caminho da autonomia não se faz sem entraves, custos ou riscos. Através de normas e protocolos de segurança internacionais exerce-se uma pressão para impedir ou retardar a autonomia nuclear brasileira em engenharia de reatores, ponto nevrálgico na determinação das demais opções tecnológicas como o tipo de combustível nuclear, a necessidade ou não de serviços de enriquecimento e outras. O discurso das Forças Armadas, conforme consta na Estratégia Nacional de Defesa, denota a percepção da importância estratégica do desenvolvimento tecnológico autônomo. O documento no entanto é confuso quanto ao modo como esse desenvolvimento será alcançado. O argumento do domínio tecnológico autônomo é contraditório com as parcerias com empresas estrangeiras previstas para desenvolvê-lo.

Ressalta-se que, aparentemente, o discurso oficial da esfera governamental e do setor nuclear, não suscita a percepção de que a subordinação do plano de expansão núcleo-elétrica brasileira aos interesses de expansão de mercado de grandes corporações do setor - coincidentemente as mesmas que lideram o setor elétrico mundial - constitua um risco

estratégico para o país. Para integrantes do setor, as decisões de política energética, incluindo a energia nuclear, são fruto de decisões racionais neutras a partir do dimensionamento da demanda e das alternativas energéticas. Essa posição ahistórica não dispensa a importância das articulações políticas em negociações para pressionar a escolha dessa fonte como uma das alternativas da matriz energética.

A Eletronuclear age como qualquer empresa do setor elétrico e da indústria nuclear, buscando ampliar seu espaço de mercado, independentemente do papel estratégico para o PNB. Com o impacto negativo do acidente de Fukushima, a empresa desviou o discurso da importância de se construir novas usinas para o da importância da finalização de Angra III.

O aspecto estratégico deverá ser reavaliado já que o plano de expansão núcleo-elétrica não foi de maneira alguma abandonado. A pedido do MME os estudos de localização de centrais nucleares, inicialmente para o Nordeste e para o Sudeste já foram estendidos para todo o Brasil. A energia nuclear será parte do PNE 2035, a ser publicado ainda em 2012.

Empresas estrangeiras aguardam a retomada da construção de novas usinas núcleo-elétricas e a regulamentação do setor, pois é fato que a tecnologia de reatores será estrangeira. A escolha está entre um AP1000 da Westinghouse/Toshiba, um ESBWR (*Economic Simplified Boiling Water Reactor*) da GE/Hitachi ou um EPR (*European Pressurized Reactor*) da Areva. A Areva também espera ampliar os contratos de fornecimento de combustível e a GDF (*Gaz de France*) Suez pretende participar na operação das centrais, como co-proprietária de alguns empreendimentos. A GDF Suez, da qual a Areva é acionista, com 1,9% do capital, possui 60% das ações da ESBR (Energia Sustentável do Brasil)<sup>71</sup>, empresa criada para investir na usina hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira está presente no Brasil desde 1996, através da Tractebel Energia S.A., que por sua vez, detém 8% da capacidade instalada<sup>72</sup> no país. O grupo GDF Suez defende as parcerias público-privadas no setor nuclear – que inclui a concessão de empréstimos pelo BNDES - e aguarda uma reforma constitucional para participar do mercado de energia núcleo-

---

<sup>71</sup> A composição acionária inicial da ESBR era 20% da Chesf (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco), 20% da Eletrosul – ambas do grupo Eletrobrás – 50,1% da GDF Suez e 9,9% da Camargo Corrêa. Em 1º de outubro de 2012 a GDF Suez anunciou a compra dos 9,9% da Camargo Corrêa, aumentando sua participação para 60%.

<sup>72</sup> De energia elétrica.

elétrica no país, embora a Eletronuclear garanta que essa parceria já é possível, mesmo sem uma reforma constitucional.

### **3.2.3 Desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil: avanços e obstáculos**

Em diversas ocasiões, as Forças Armadas almejaram construir uma bomba nuclear. Para concretizar esse objetivo o Brasil deveria primeiramente dominar a tecnologia de enriquecimento de urânio. Malheiros (1998) afirma que na década de 1970, a Aeronáutica deu início a um projeto, secreto, de capacitação nuclear para arma atômica, denominado Projeto Solimões, que pretendia testar um artefato nuclear em 1990 (MALHEIROS, 1998).

Todos os avanços tecnológicos no campo nuclear ocorreram durante o regime militar, graças ao Programa Autônomo de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, patrocinado pelas Forças Armadas<sup>73</sup>, também conhecido como Programa Nuclear Paralelo, que teve início em 1979. Tratava-se de um programa clandestino, sem fiscalização nacional ou internacional, isto é, fora dos controles e salvaguardas da AIEA, que tinha por objetivos desenvolver o processo de separação isotópica por ultracentrifugação a fim de dominar o ciclo do combustível e a construção de um submarino a propulsão nuclear brasileiro<sup>74</sup>. Segundo Kuramoto e Appoloni (2002), a principal motivação do programa foi a preocupação que o desenvolvimento do programa nuclear argentino (que optou pelo reator a urânio natural) desestabilizasse o equilíbrio de forças da região. No final de 1982, o Brasil conseguiu, pela primeira vez, uma experiência de enriquecimento de urânio com ultracentrífugas projetadas e construídas nacionalmente.

O Programa Nuclear Paralelo se manteve secreto até 1987, quando o presidente José Sarney (1985-1990) divulgou que o Brasil havia alcançado o domínio do enriquecimento do urânio. Esse anúncio teve repercussões mundiais e, segundo Bandeira (2004), levou à intensificação do bloqueio às importações brasileiras de bens sensíveis, que comprometeu “de certo modo, o prosseguimento do Programa Autônomo de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear” (BANDEIRA, 2004, p.144).

---

<sup>73</sup>Com a participação de centros de pesquisas na área nuclear, como o Ipen.

<sup>74</sup>O atual Programa Nuclear da Marinha do Brasil deu continuidade às pesquisas desenvolvidas no Programa Nuclear Autônomo.

Embora o uso exclusivamente pacífico da energia nuclear no Brasil constasse na Constituição de 1988<sup>75</sup>, as Forças Armadas continuaram a desenvolver a tecnologia nuclear de modo a permitir seu uso dual. Em 1990, foram descobertas, na Serra do Cachimbo, no sul do Pará, perfurações de 320 metros de profundidade, revestidas de cimento semelhantes a perfurações existentes no *Nevada Test Side*, nos Estados Unidos, que serviriam para testes nucleares. Em setembro do mesmo ano, o presidente Fernando Collor (1990-1992) mandou fechar a área da Serra do Cachimbo, desativou o Programa Nuclear Paralelo e declarou nas Nações Unidas que o Brasil rejeitava explosões nucleares, mesmo como teste para a utilização da energia nuclear para fins pacíficos<sup>76</sup>. Segundo Bandeira (2004) o Brasil, durante o governo do presidente Collor “cedeu à pressão dos Estados Unidos para que renunciasse a qualquer ambição de autonomia em questões de caráter estratégico” (BANDEIRA, 2004, p.57).

A opção pelo uso exclusivamente pacífico da energia nuclear já constava do Tratado de Tlatelolco do qual o Brasil era signatário desde 1967. O Tratado de Tlatelolco é o nome dado ao Tratado para a Proibição de Armas Nucleares na América Latina e no Caribe, cujo objetivo era criar uma zona livre de armas nucleares.

O Tratado é supervisionado pelo Opanal (Organismo para a Proscrição das Armas Nucleares na América Latina e no Caribe).

Sob o tratado, os estados concordam em proibir e prevenir “teste, uso, manufatura, produção ou aquisição por qualquer modo de quaisquer armas nucleares” além de “receber, guardar, instalar, movimentar ou qualquer forma de posse de qualquer arma nuclear”(BRASIL, 1998, sp).

Existem dois protocolos adicionais ao Tratado. O primeiro (Protocolo 1), inclui os países que possuem territórios na América Latina (BRASIL, 1998), como as Guianas Francesa e Holandesa, territórios da França e da Holanda<sup>77</sup>. O segundo, (Protocolo 2) requer que os Estados possuidores de armas nucleares não ameacem com seu emprego os demais países signatários.

---

<sup>75</sup> Art. 21 - XXIII - a) toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos e mediante a aprovação do Congresso Nacional (BRASIL, 1988a).

<sup>76</sup> Segundo Malheiros (1998), Collor mandou lacrar as perfurações da Serra do Cachimbo “quando declarado ficou que se destinava a testes de artefatos nucleares.” (MALHEIROS, 1998).

<sup>77</sup> Na ocasião da assinatura do Protocolo 1, o Tratado não incluía o Caribe (Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares na América Latina). O termo “Caribe” foi adicionado na quinta sessão, submetendo ao Tratado os Estados Unidos e seu território Porto Rico, no Caribe.

Os Governos representados pelos Plenipotenciários abaixo assinados se comprometem, igualmente, a não empregar armas nucleares e a não ameaçar com o seu emprego contra as Partes Contratantes do Tratado para a proscrição da Armas Nucleares na América Latina (BRASIL, 1998, sp).

Se por um lado, além de garantir uma zona livre de armas atômicas o Tratado indiretamente facilita aos países da América Latina e Caribe o uso da energia nuclear para fins pacíficos e o desenvolvimento tecnológico nuclear, uma vez que não se pode argumentar que a tecnologia da energia nuclear desenvolvida pelos países signatários é utilizada para uso bélico. Mas, contrariamente, o Tratado é mais um mecanismo de controle internacional dos países nuclearmente armados para restringir o desenvolvimento da tecnologia nuclear, alegando os riscos de proliferação de armas nucleares. O Brasil só ratificou o Tratado em 1994 (BRASIL, 1994).

A posição oficial do Brasil de não possuir armas nucleares foi reforçada pela criação da ABACC<sup>78</sup> (Agência Brasil-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares) em 1991. A ABACC era de fundamental importância para garantir o equilíbrio de forças entre Argentina e Brasil, além de permitir ao Brasil e à Argentina uma maior liberdade para desenvolver seus respectivos programas nucleares, especialmente no que se referia à importação de equipamentos e tecnologia, e possibilitar acordos comerciais entre os dois países, sem a interferência da AIEA.

Em dezembro de 1991, foi assinado o Acordo Quadripartite, um acordo entre o Brasil, a Argentina, a ABACC e a AIEA para aplicação de Salvaguardas. (AGÊNCIA BRASIL-ARGENTINA DE CONTABILIDADE E CONTROLE DE MATERIAIS NUCLEARES, [ca.2011]). Esse Acordo ressalta “que ambas as Agências devem trabalhar de forma a evitar a duplicação desnecessária de atividades” (AGÊNCIA BRASIL-ARGENTINA DE CONTABILIDADE E CONTROLE DE MATERIAIS NUCLEARES, [ca. 2011]). O Acordo Quadripartite, assinado durante o governo do presidente Fernando Collor, segundo Bandeira (2004) debilitou a posição da ABACC, pois submeteu a Argentina, o Brasil e a ABACC ao controle da AIEA. Para Silvio de Almeida (2012), o Acordo deu credibilidade à ABACC, perante a comunidade internacional.

---

<sup>78</sup> A ABACC é um organismo binacional criado pela Argentina e pelo Brasil, como órgão responsável por verificar o uso pacífico dos materiais nucleares. Foi instituída pelo Acordo para Uso Exclusivamente Pacífico da Energia Nuclear (1991) entre os dois países e conta com um SCCC (Sistema Comum de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares).

Nos anos 1960, a França e a China explodiram, em 1960 e 1964, respectivamente, suas bombas nucleares e em 1968, é assinado o TNP. O TNP tem por objetivo, evitar a proliferação horizontal das armas nucleares. Para tanto, os países nuclearmente armados, isto é, aqueles que produziram e explodiram um artefato nuclear antes do dia 1 de janeiro de 1967 (MONTELEONE NETO, 2004), se comprometiam a não transferir armas nucleares ou tecnologia para sua fabricação aos países não nuclearmente armados. Por outro lado, os países não nuclearmente armados abdicariam de possuir e fabricar armas nucleares, comprometendo-se a aceitar salvaguardas da AIEA sobre todos os materiais nucleares usados em todas as atividades nucleares e devendo negociar um acordo para aplicação de salvaguardas com a AIEA em no máximo cento e oitenta dias após a ratificação.

Destaca-se por último, o artigo VI do TNP, pelo qual os países não nuclearmente armados não deveriam poupar esforços para negociar o desarmamento completo sobre efetivo controle internacional (YASSINE, 2004). O TNP garantia, deste modo, limitar a um pequeno número de países (aqueles que já haviam explodido sua bomba atômica até a data citada) o direito de possuir armas nucleares, impedindo aos demais países o acesso a essa condição.

O TNP, através da AIEA, em nome da proteção da humanidade frente à ameaça nuclear legitimava um novo equilíbrio militar e econômico, que permitia aos países possuidores de armas nucleares um poder de persuasão diplomático, garantindo, não somente um poderio militar, mas assegurando-lhes a reserva do vasto mercado de “negócios nucleares” que incluía venda de armamentos, construção de reatores, serviços de beneficiamento de combustível<sup>79</sup> e venda de energia, dentre outros.

Embora o TNP, no artigo IV, garantisse que os Estados partes tivessem o direito de desenvolver pesquisa, produção e uso de energia nuclear para fins pacíficos, sem discriminação e que todos os Estados partes devessem facilitar a cooperação técnica na área nuclear, o duplo uso da energia nuclear (civil e militar) permitiu a discriminação que vem sofrendo o Irã nos últimos anos ao tentar desenvolver seu programa nuclear para fins pacíficos (BRASIL, 1994).

---

<sup>79</sup> Enriquecimento, conversão e reconversão.

O TNP foi assinado em julho de 1968 e entrou em vigor em março de 1970. O Brasil recusou-se, na época, a assiná-lo por considerá-lo discriminatório.

O TNP é assimétrico e discriminatório por dispensar a inspeção em países nuclearmente armados e inspecionar somente os desarmados. Até a assinatura do TNP, o nosso compromisso era com a Argentina, ABAAC, e AIEA e não diretamente com todos os estados nacionais membros das Nações Unidas, nuclearmente armados ou não, como passou a ser (SILVA, O., 2004, sp).

O TNP foi assinado pelo Brasil, durante o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, em 1998. Apesar de considerá-lo discriminatório, o Brasil assinou o TNP para evitar negociar sua posição perante a Alca. Com essa decisão, Fernando Henrique Cardoso pretendia projeção internacional e credibilidade que permitissem a almejada vaga no Conselho de Segurança da ONU (o que não veio a ocorrer)<sup>80</sup>. No mesmo dia em que o Brasil assinou o TNP, em 20 de junho de 1997, foi criado o G-8, com a inclusão da participação da Rússia, o que, segundo Bandeira (2004), “demonstrou que o poderio atômico continuava a constituir fator decisório nas relações internacionais” (BANDEIRA, 2004,p.148).

Ao ratificar o TNP, o Brasil, segundo Silva (2004), contrariou décadas de coerência em política externa. O TNP dispensa a inspeção em países nuclearmente armados e estabelece um compromisso diretamente com todos os estados nacionais membros das Nações Unidas, nuclearmente armados ou não (SILVA, O., 2004; SILVA, M., 2010).

Atualmente, Índia, Paquistão, Israel e Coréia do Norte<sup>81</sup> não são signatários do Tratado, embora sejam considerados nuclearmente armados. Apesar de não ser signatária do TNP, a Índia conseguiu, em 2008, obter permissões da AEIA e do Grupo de Supridores Nucleares para manter acordos de cooperação com diversos países, como Estados Unidos, França, Rússia e Cazaquistão, o que prova, mais uma vez, que os tratados servem para garantir a reserva de mercado de alguns países e que os interesses do capital se sobrepõem aos interesses sociais ou políticos<sup>82</sup>.

---

<sup>80</sup>O capítulo quarto do livro “As relações perigosas: Brasil-Estados Unidos (de Collor a Lula, 1990-2004)”, de Luiz Alberto Moniz Bandeira, descreve com detalhes a negociação (BANDEIRA, 2004).

<sup>81</sup>Signatária do TNP desde 1992, a Coréia do Norte se retirou do TNP, em 2003, depois que o presidente estadunidense Bush incluiu o país no chamado “eixo do mal”.

<sup>82</sup>As restrições à Índia causavam um desequilíbrio nas relações com o Paquistão, que também detinha a bomba nuclear. De certo modo, a nuclearização dos dois países tinha um efeito estabilizador da geopolítica da região.

A suspeita de um programa nuclear clandestino com fins militares no Iraque e na Coréia do Norte, que, no caso do Iraque, se mostraram infundadas, levou a AIEA a adotar um protocolo adicional a fim de evitar a eventual existência de um programa nuclear clandestino. Até então, a contabilidade e controle dos materiais nucleares realizavam-se a partir das declarações dos países de material declarado em instalações declaradas (ALVIM, 2004).

O Protocolo Adicional objetiva ampliar as informações recebidas dos países e dar à AIEA um maior acesso a instalações declaradas ou não. Com ele, em teoria, qualquer lugar do País poderia estar sujeito a inspeções. Alguns lugares poderiam, no entanto, merecer um acesso administrado que visa preservar alguns segredos tecnológicos (ALVIM, 2004, sp).

Uma particularidade desse protocolo é que ele resguarda os direitos constitucionais da indústria privada em nome da proteção dos segredos tecnológicos, mas é rigoroso nas inspeções quando o programa é estatal, como no caso do Brasil. Outra exigência do protocolo é querer que o controle dos materiais nucleares se realize desde a mineração (no TNP o controle se inicia na fase do enriquecimento), incluindo a contabilidade e localização das reservas de urânio e outros.

O Brasil não aderiu ao Protocolo Adicional do TNP por considerar que não é suspeito de produzir ou possuir armas nucleares e por ter o controle da ABACC apesar das pressões dos Estados Unidos.

A radicalização da política nuclear americana, a pretexto de evitar a proliferação de armas de destruição de massa, nos pressiona a aderir ao protocolo adicional ao TNP que amplia ainda mais as assimetrias existentes naquele tratado ao exigir tantas inspeções quanto forem arbitradas, não somente nas instalações nucleares mas também em qualquer parte do território brasileiro que, a critério dos inspetores internacionais forem consideradas suspeitas até mesmo em nossas residências, se assim o decidirem (SILVA, 2004, sp).

Contrariamente, o Irã aderiu ao Protocolo Adicional em 2003. Na prática, os protocolos e acordos protegem mais a indústria nuclear dos países detentores de tecnologia do que evitam a proliferação de armas nucleares.

Em 1974, a Índia explodiu seu primeiro artefato nuclear. Para conter então a transferência de materiais nucleares, cujo duplo uso (para fins pacíficos ou bélicos) permitia a proliferação de armas nucleares, foi criado, no mesmo ano, o GSN (Grupo de Supridores

Nucleares<sup>83</sup>). Esse grupo de países (inicialmente sete e atualmente quarenta e seis) tinha como missão estabelecer regras para disciplinar e controlar a exportação de materiais e equipamentos de uso nuclear, assim como de itens relacionados com a energia nuclear.

O país integrante do GSN, para importar esses materiais e equipamentos, precisa firmar um Acordo de Salvaguardas Abrangentes com a AIEA e declarar que a instituição importadora é a usuária final desses itens.

O GSN permite em suma, mais do que a possibilidade de transferências “nucleares” entre países, o estabelecimento de regras de controle sobre essas transferências. Sua eficácia, no entanto, limita-se aos materiais e equipamentos declarados. Sabe-se, no entanto, que as transferências “nucleares” não-declaradas continuam, o que permitiu a países como a Coreia do Norte dar prosseguimento ao seu programa nuclear, sem mencionar Israel, que até hoje não admite oficialmente ser um país nuclearmente armado.

O Brasil se integrou ao Grupo em 1996, e atualmente (2011-2012) é presidido pela Holanda. Uma das últimas decisões que o GSN tomou, após seis anos de negociações, foi reconhecer o Acordo Quadripartite assinado por Brasil, Argentina, a ABACC e a AIEA, como critério alternativo ao Protocolo Adicional do TNP (ITAMARATY, 2011).

Em dezembro de 2008 foi apresentada a Estratégia Nacional de Defesa, formulada em 2007 por um Comitê interministerial, presidido pelo Ministro da Defesa e coordenado pelo chefe da SAE/PR (Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República). Integraram o Comitê, os Ministros do Planejamento, do Orçamento e Gestão; da Ciência e Tecnologia e da Fazenda, assistidos pelos Comandantes da Marinha, do Exército e da Aeronáutica. O título do documento sugere a posição do Brasil como país essencialmente pacífico, porém preocupado com o desenvolvimento e a defesa de seu território e de seus recursos naturais.

O documento traduz a percepção das Forças Armadas do caráter estratégico da energia nuclear para o país “que transcende a divisão entre desenvolvimento e defesa”, defende a nacionalização completa e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível

---

<sup>83</sup> O Grupo de Supridores Nucleares é conhecido pela sigla em inglês NSG, que corresponde a *Nuclear Suppliers Group*.

e da tecnologia da construção de reatores nucleares, incluídos no programa do submarino à propulsão nuclear; o mapeamento e prospecção das jazidas de urânio brasileiras; e a produção de energia termonuclear para geração elétrica, frisando “a necessidade estratégica de desenvolver e dominar a tecnologia nuclear” (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2008, p. 12).

No campo das relações internacionais, a Estratégia Nacional de Defesa coloca-se contra a adesão do Brasil ao Protocolo Adicional do Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares. Considera que o País abdicou do direito de desenvolver a energia nuclear para fins bélicos em favor do desarmamento atômico mundial e questiona a posição das potências nucleares em relação a esse desarmamento.

A Estratégia Nacional de Defesa surgiu em um momento de preocupação com a defesa da soberania do território e dos recursos naturais, com destaque na Amazônia, e no petróleo.

O Brasil será vigilante na reafirmação incondicional de sua soberania sobre a Amazônia brasileira. Repudiará, pela prática de atos de desenvolvimento e de defesa, qualquer tentativa de tutela sobre as suas decisões a respeito de preservação, de desenvolvimento e de defesa da Amazônia. Não permitirá que organizações ou indivíduos sirvam de instrumentos para interesses estrangeiros - políticos ou econômicos - que queiram enfraquecer a soberania brasileira. Quem cuida da Amazônia brasileira, a serviço da humanidade e de si mesmo, é o Brasil. [...] A negação do uso do mar, o controle de áreas marítimas e a projeção de poder devem ter por foco, sem hierarquização de objetivos e de acordo com as circunstâncias:(a) defesa pró-ativa das plataformas petrolíferas; [...] (BRASIL, 2008, p.14-20)

Ao renunciar ao uso e fabricação de artefatos nucleares, o Brasil não só abdicou da bomba nuclear como também de artefatos nucleares de baixa potência, inibidoras de concentração de forças, deixando o país mais vulnerável a tentativas de invasão ou ocupação territorial, com riscos à soberania nacional. O poder de dissuasão da bomba nuclear cria – aliado à capacidade balística - espaços invioláveis.

A opção brasileira do uso exclusivamente pacífico da energia nuclear, assim como a adoção de tecnologia estrangeira em setores estratégicos como energia e telecomunicações, frutos de acordos bilaterais de cooperação permite ao país adquirir tecnologia a menores custos econômicos, porém, com enormes riscos estratégicos.

### 3.2.4 Autonomia e Dependência

O setor nuclear brasileiro surgiu de uma pluralidade de iniciativas que refletiram – e refletem - a complexidade das relações entre Estado e sociedade e que também traduzem o papel do Estado brasileiro – em sua condição periférica - na formação do sistema capitalista comandado pelos países centrais. Isso explica como se deu o movimento de difusão da tecnologia nuclear e seu consequente condicionamento, que se não é percebido - pelo menos não é explicitado – pelos integrantes do setor.

A autonomia nuclear não foi totalmente alcançada<sup>84</sup>, em virtude da descontinuidade do Programa Nuclear Brasileiro. Restrições orçamentárias afetaram os investimentos em tecnologia e em formação de recursos humanos e resultou que, a cada retomada do setor, por decisão do governo central, as diversas entidades tenham sido confrontadas a aceitar a compra de equipamentos ou acordos internacionais como meio de adquirir tecnologia e recrutar pessoal especializado a baixos custos.

Essa sucessão de decisões de curto prazo - efeito de uma política de governo e não de Estado - é a razão primordial para o atraso do país em relação aos avanços tecnológicos em outros países. A pressão e o controle internacional contribuem para desacelerar o ritmo das conquistas tecnológicas no setor, seja no campo da medicina, na engenharia de reatores ou na indústria núcleo-elétrica.

A priorização da energia nuclear no Brasil está atrelada aos movimentos de expansão do setor no mercado mundial. Essa expansão internacional corresponde a um patamar tecnológico adquirido.

A energia nuclear passa, no momento, por uma forte retomada no mercado mundial. Nesta nova fase, ela se distancia de suas origens associadas a finalidades bélicas e sua principal credencial decorre do fato de essa ser uma fonte de energia que pode dar contribuição efetiva para a redução do aquecimento global (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p.50).

O imediatismo, comum nas decisões de política brasileira é incompatível com a política nuclear, em razão do tempo de maturação dos investimentos, do prazo necessário para a obtenção do combustível, da duração limitada do uso dos reatores nucleares, e da gestão

---

<sup>84</sup>O maior progresso tecnológico do setor foi conseguido durante o Programa Nuclear Paralelo e no Programa Nuclear da Marinha.

dos rejeitos, que vai muito além da vigência do investimento. Essa falta de visão de longo prazo no planejamento “nuclear” cria ambientes de riscos estratégicos com efeitos em cadeia em diferentes atividades do setor nuclear, com rebatimentos em outras atividades essenciais “não nucleares”. Os riscos só são percebidos após as crises, como ocorreu na medicina nuclear, com a crise do molibdênio-99.

Uma das utilizações da energia nuclear é na medicina nuclear, que consiste no uso de radionuclídeos para diagnósticos e tratamentos (INSTITUTO DE MEDICINA NUCLEAR, 2009). Entre os radiofármacos utilizados pela medicina nuclear destaca-se o tecnécio-99m, gerador produzido no Brasil pelo Ipen, desde 1981 (TAKAHASHI, 2004), a partir do molibdênio-99 (importado) e usado mais de oito mil procedimentos diários da medicina nuclear.

O molibdênio-99 é produzido em reatores nucleares e tem meia vida de sessenta e seis horas, já o tecnécio-99, de apenas seis horas. Esse ciclo curto demanda esforços na logística de transporte desses radiofármacos ainda maiores, uma vez que o molibdênio utilizado no Brasil é importado (INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS, 2009).

Apenas quatro reatores produzem o molibdênio-99, comercialmente: o NRU no Canadá, com 55 anos; o Safari, na África do Sul, com 46 anos; o BR2, na Bélgica, com 50 anos; e o Petten e na Holanda, com 50 anos. Os reatores do Canadá e da Holanda respondem por 64% da produção mundial do radiofármaco, dos quais o Brasil consome 5%, adquiridos da empresa canadense MDS Nordion. Por serem muito velhos, esses reatores sofrem paradas técnicas cada vez mais frequentemente. (INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS, 2009) A parada do reator NRU canadense em março de 2009 deflagrou uma crise mundial no fornecimento de radiofármacos. Essa crise foi agravada, em janeiro de 2010, com a parada de mais um reator de produção de radioisótopos na Holanda, durante seis meses, reator este, responsável por 24% da produção de molibdênio-99 no mundo. No Brasil, o desligamento em sete anos do reator do Ipen, responsável pela produção do tecnécio prenuncia uma nova crise de abastecimento.

O projeto de construção de um RMB (Reator Multipropósito Brasileiro) foi iniciado em setembro de 2009 e permitirá ao país a auto-suficiência na produção de radioisótopos. Se iniciada a construção, este reator ficará pronto em cinco ou seis anos, a um custo de

quinhentos milhões de dólares, mas representará uma economia anual de vinte milhões de dólares ao País, na compra do molibdênio-99.

Durante a crise, o Brasil contornou parte do problema de fornecimento do radiofármaco, com a importação de 30% de sua demanda da Argentina<sup>85</sup>, que produzia o molibdênio-99, a partir da fissão de urânio altamente enriquecido, e da África do Sul. Apesar de se tratar um procedimento visando um produto utilizável pela medicina, a Argentina sofreu pressões da Agência Internacional de Energia Atômica para que abandonasse a produção de molibdênio por esse processo<sup>86</sup>.

A crise dos radiofármacos deflagrou, não apenas um problema de fornecimento de molibdênio, com consequências nos procedimentos médicos, mas a urgência da auto-suficiência brasileira no campo nuclear, em todos os setores. A reformulação institucional que permitiu produção dos radiofármacos por empresas privadas obriga o setor a uma reflexão sobre os riscos.

Não se identifica, no entanto, a percepção dos riscos da privatização do setor. Investimentos privados são bem vistos. As empresas privadas fogem do controle estatal ganhando agilidade, garantindo a competitividade, pois não se submetem a licitações e concursos para contratação de pessoal. A empresa privada pode também vender seu controle acionário a uma empresa transnacional, que não está comprometida com os interesses nacionais.

Em janeiro de 2011, o Brasil assinou com a Argentina um acordo entre CNEA (*Comisión Nacional de Energia Atómica*) e CNEN sobre o projeto de dois reatores de pesquisa multipropósitos – um brasileiro e um argentino. O projeto dos dois reatores terá como referência o reator Opal (*Open Pool Australian Light-water*) da Austrália, projetado e construído pela empresa argentina INVAP. Os dois reatores terão 30 MW de potência, serão abastecidos por urânio enriquecido a 20% e se destinarão à produção de radioisótopos, testes de irradiação de combustíveis e materiais, e pesquisas com feixes de nêutrons. O reator brasileiro será construído em instalações da CNEN, em terreno em parte

---

<sup>85</sup> A Argentina, a Rússia, a Polônia e a Índia produzem molibdênio-99 para o consumo interno.

<sup>86</sup> Existe um outro processo de obtenção de molibdênio 99, desenvolvido pelo Ipen, a partir da captura neutrônica do molibdênio 98 (TAKAHASHI, 2004).

adquirido da Marinha do Brasil<sup>87</sup> do CTMSP (Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo)-Aramar, em Iperó, São Paulo. Estima-se uma economia de 20% no custo do projeto, estimado inicialmente em US\$ 500.000,00.

Em razão do risco de desabastecimento de radioisótopos, o Brasil optou mais uma vez em adquirir tecnologia estrangeira a despeito de investimentos em tecnologia nacional, incidindo em riscos estratégicos. Essa opção decorre, segundo Samuel Pinheiro Guimarães (2000), do baixo custo da tecnologia importada e do escasso apoio estatal à pesquisa privada, que desestimulam as empresas nacionais a investir em pesquisa tecnológica, por um lado, e, por outro, nos escassos recursos do Estado disponíveis para programas de ciência e tecnologia. Sendo a tecnologia tratada como qualquer mercadoria disponível no mercado, bastaria ao Estado periférico incorporar as empresas estrangeiras detentoras do conhecimento ao sistema econômico nacional (GUIMARÃES, 2000), ao invés de investir de desenvolver tecnologias autóctones.

O Labgene (Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica) do CTMSP da Marinha do Brasil é o único projeto nacional de desenvolvimento de reator de potência. O projeto com a participação do Ipen, da USP (Universidade de São Paulo) e do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)<sup>88</sup>. O reator de pequeno porte foi inteiramente fabricado no Brasil. Atualmente em fase de testes o projeto resente a falta de um reator de testes no Brasil. Os testes são realizados em laboratórios no estrangeiro, que exigem o acesso ao projeto, comprometendo o segredo tecnológico.

Em agosto de 2012, foi sancionada a Lei ordinária nº 12706/2012, que autoriza a criação da empresa Amazul (Amazônia Azul Tecnologias e Defesa S.A.), por cisão da área nuclear da Emgepron (Empresa Gerencial de Projetos Navais) (BRASIL, 2012). A empresa, que adotará a forma de sociedade anônima, e será sujeita ao regime jurídico de empresas privadas, terá sede em São Paulo e ficará subordinada ao Comando da Marinha. A Amazul será responsável pelo desenvolvimento tecnológico do Prosub (Programa de Desenvolvimento de Submarinos), do PNM (Programa Nuclear da Marinha) e do PNB.

---

<sup>87</sup>Tal medida agiliza o licenciamento.

<sup>88</sup> O IPT foi criado em 1899, por Antonio Francisco de Paula Souza, como Gabinete de Resistência dos Materiais. O Instituto é vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo.

Para integrantes do setor nuclear, a Amazul dará mais agilidade nas contratações e compras, pois não estará sujeita a concursos públicos ou licitações, como a sucessora Engeprom. Nesse caso, não se trata porém de privatizar o setor, considerado estratégico para o país, e que ficará sob a guarda do Comando da Marinha. Mas é clara a contradição que emerge entre os interesses públicos e privados.

O setor nuclear, em todas suas instâncias – órgãos específicos, legislativo, ministérios, empresas mistas, academia, etc. – adotou como ideal a busca pela geração de inovações e difusão do conhecimento tecnológico. Por meio de formação de redes, associação entre empresas, colaboração academia-empresa, financiamento de pesquisas por órgãos de fomento, estimula-se o desenvolvimento de produtos que possam ser patenteados, sem perceber como esses produtos são incorporados pelas empresas transnacionais, que em última instância, se apropriam das rendas advindas da contribuição produtiva da inovação.

Isso já ocorreu entre a Areva NP e a Nuclep, por exemplo. Em 2008, a Areva ganhou o contrato para a troca de dois geradores de vapor para Angra I. Os geradores foram produzidos pela Nuclep, uma empresa mista que depende de recursos do Tesouro Nacional – R\$ 241.237.743,00, no PLO (Projeto de Lei Orçamentária) 2012 (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2011) e que tem uma escola de formação de profissional onde formou 60% do quadro da empresa. Cabe refletir quem mais se beneficiou com a transferência tecnológica. Do mesmo modo, é preciso estar atento às transferências tecnológicas na construção dos submarinos nucleares no Acordo Brasil-França.

### **3.2.5 Flexibilização do monopólio do Estado**

A primeira iniciativa para a flexibilização do monopólio do Estado nas atividades nucleares se concretizou em fevereiro de 2006 e resultou na Emenda Constitucional nº 49, que alterou a redação da alínea b, acrescentou a alínea c ao inciso XXIII do caput do art. 21 e alterou a redação do inciso V do caput do art. 177 da Constituição Federal para excluir do monopólio da União a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos de meia-vida curta, para usos médicos, agrícolas e industriais (BRASIL, 2006).

Em 2007, foram apresentadas mais duas PECs<sup>89</sup> (Proposta de Emenda Constitucional) sobre a matéria (APÊNDICE C, (h) Legislativo, p.). A PEC 171<sup>90</sup>, do então deputado Rogério Lisboa (DEM-RJ), que flexibilizava o monopólio da mineração e prospecção do urânio “de forma a permitir que empresas privadas possam atuar na pesquisa e lavra de minérios e minerais nucleares e seus derivados, flexibilizando o monopólio da União” (BRASIL, 2007a, sp.) e a PEC 122, do deputado Alfredo Kaefer (PSDB-PR), que excluía do monopólio da União a construção e operação de reatores nucleares para fins de geração de energia elétrica<sup>91</sup> (BRASIL, 2007b).

Esse súbito interesse da iniciativa privada pela indústria nuclear coincidiu com a reativação do Programa Nuclear Brasileiro e com a alta dos preços do urânio decorrente das crises políticas do Oriente Médio, do aumento da demanda de energéticos pela China e da proximidade do fim do acordo de aproveitamento do urânio proveniente de armas nucleares entre a Rússia e a Cogema<sup>92</sup>, mas também pela facilidade de penetração do capital estrangeiro no rentável mercado de energia elétrica. O incentivo a PPPs (Participações Público Privadas) e aos financiamentos do BNDES atrairia principalmente iniciativas privadas internacionais.

A PEC 171 foi derrubada durante o governo do presidente Lula, na CCJC (Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania) em 2008, com base no parecer do então deputado José Genoíno, que votou pela sua inadmissibilidade invocando os princípios de soberania e independência nacional, contidos na Constituição Federal do Brasil (COMISSÃO DE CONSTITUIÇÃO E JUSTIÇA E DE CIDADANIA, 2008). A vitória da ala governista por apenas um voto (22 contra 21) mostrou a força do lobby nuclear, liderado por deputados da bancada fluminense, cujo Estado sedia mineradoras, como EBX, de Eike Batista, Vale, entre outras, interessadas na abertura desse mercado (BARBOSA, 2008).

---

<sup>89</sup> Tramita na Câmara uma terceira PEC sobre a matéria do Deputado Carlos Sampaio do PSDB/SP, atualmente sujeita à apreciação do plenário em regime de tramitação especial, apensada à PEC 171/2007.

<sup>90</sup> Arquivada na Mesa Diretora da Câmara dos Deputados.

<sup>91</sup> A PEC122 encontra-se em tramitação na Câmara para ser votada, de modo a permitir às empresas estrangeiras de participarem da licitação de novos empreendimentos nucleares.

<sup>92</sup> Em 1997, a Rússia e a Cogema associada à Nukem e à Cameco firmaram um acordo pelo qual as últimas comprariam a maior parte do urânio russo oriundo do desmantelamento de armas nucleares, e a Rússia ficaria com a menor parte, que equivaleria a 150.000 toneladas de urânio durante vinte anos, e o preço determinado pelo piso do mercado *spot*.

Apesar da derrota institucional a legislação brasileira abre brechas para a entrada do capital privado em atividades “nucleares” exclusivas do Estado, desde o Acordo Brasil-Alemanha, ocasião em que foram criadas empresas mistas no setor. Estas surgiram impregnadas da contradição entre interesses públicos e privados, refletindo a estrutura de poder da política brasileira.

Essa estrutura não é questionada. Criou-se uma vontade coletiva a partir da coesão impingida por um elemento coesivo de caráter nacional, que é o grupo dirigente (GRAMSCI, 1980). A empresa mista é aceita como meio de superação dos limites do Estado empresário. Justifica o monopólio do Estado, ao tempo que permite a reprodução do grande capital.

Em 2008, uma empresa privada, a Galvani Mineração e Participações Ltda., ganhou a concessão de exploração de uma mina no município de Santa Quitéria, no Ceará, que deveria ser competência exclusiva da INB. A razão alegada pela INB foi que o Estatuto Social da empresa, no artigo 3º, permite “associar-se a outras entidades” (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, 2012) e que a exploração exclusivamente do urânio, que em Santa Quitéria é associado a fosfato, era economicamente inviável. Na prática, a entrada de capital privado em um investimento definido pela legislação vigente como exclusivo do Estado burla o monopólio da União.

Esse conflito de interesses incorre em riscos, uma vez que a quantidade produzida de urânio será condicionada, em função do lucro, pela produção de fosfato e não pela necessidade estratégica de urânio para satisfazer a demanda interna. A capacidade inicial prevista em Santa Quitéria é de 1200 toneladas/ano de  $U_3O_8$  e passará para 1600 toneladas/ano, a partir do quinto ano. Montante esse, acima da demanda nacional para abastecer Angra I, II e III, caso as demais usinas não sejam construídas. Tal produção gerará um excedente, que, pela atual legislação não poderia ser livremente exportado, embora o artigo 5º do Estatuto da INB<sup>93</sup> reze que a empresa pode “comercializar os materiais nucleares compreendidos no âmbito do monopólio da União” (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, 2012, p.2).

---

<sup>93</sup>Aprovado na 23ª Assembleia Geral Extraordinária, realizada em 24 de abril de 2012.

No que se refere à construção e operação de usinas nucleares, a quebra do monopólio iria beneficiar empresas privadas nacionais e estrangeiras com experiência na construção de usinas nucleares, mas apenas estrangeiras, no que se refere à operação. A pressão pela quebra do monopólio se intensifica em 2012, já que o Renuclear (Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Usinas Nucleares) beneficia apenas os projetos aprovados até 31 de dezembro de 2012. Deste modo, a quebra do monopólio permitiria a transferência de recursos públicos para a iniciativa privada sobretudo estrangeira.

Mas quais os riscos da entrada da iniciativa privada na construção e operação de usinas nucleares? Para a Eletronuclear a participação privada reduziria os riscos econômicos dos novos empreendimentos. Em 2009, a Eletronuclear já previa uma estrutura de capital mista, com investimentos públicos e privados, com compartilhamento de riscos econômicos e redução do risco individual para a construção das novas usinas nucleares, assim como financiamento misto com apoio do governo para reduzir riscos e custos de capital (ATALLA, 2009). Essas transferências foram aprovadas em 2010, com a criação do Renuclear, e o uso da RGR extensíveis ao capital privado. Mesmo sem a flexibilização do monopólio haveria brechas para a entrada do capital internacional privado, que seria beneficiado com as vantagens auferidas pela Eletronuclear em sua condição de empresa mista.

A privatização do setor pode acarretar em um aumento nos riscos físicos, na medida em que, para garantir a rentabilidade do empreendimento haja uma diminuição nos custos com segurança, que após Fukushima serão indiscutivelmente mais altos. Além disso, tornará o setor mais facilmente controlado, o que não isenta os riscos de acidente.

Não se verifica uma percepção dos riscos da flexibilização do monopólio para a construção e operação de usinas núcleo-elétricas em instância alguma do governo. Assim como ocorre na mineração de urânio, a flexibilização permitirá participações público privadas na operação de usinas<sup>94</sup>. As PPPs também são esperadas pelas empresas estrangeiras, que aguardam a flexibilização do monopólio e o financiamento de investimentos através de empréstimos junto ao BNDES.

---

<sup>94</sup> Para a Eletronuclear essas parcerias já são possíveis.

A Eletronuclear não considera o risco de dependência tecnológica. A aquisição de reatores de tecnologia comprovada de fabricantes estrangeiros reduz os riscos econômicos e físicos. Para a Eletronuclear, a energia nuclear enfrenta quatro grandes desafios: segurança, proliferação, rejeitos radioativos e custos e precisa competir em vantagem com outras fontes.

A escolha de um reator de tecnologia estrangeira, independentemente do fabricante, permitirá transferência tecnológica e um índice de nacionalização de no mínimo 70%, em termos do percentual dos investimentos realizados no País. Para a Eletronuclear, a transferência tecnológica virá com a tecnologia<sup>95</sup>.

Quanto ao papel estratégico da energia núcleo-elétrica para o País, no contexto do Programa Nuclear Brasileiro, a Eletronuclear está preocupada com os objetivos da indústria nuclear que são “construir observando prazos, escopo e orçamento”, mas por ser um projeto de grande porte, altamente estruturante, a aquisição de novas usinas poderá alinhar outros objetivos do país, frente a algum outro país fornecedor da tecnologia.

A flexibilização do monopólio corresponde a uma tendência pró privatização, cuja segunda onda está sendo instituída pela presidente Dilma Rousseff sob o nome de concessão. O argumento continua sendo a falta de recursos públicos para arcar com os investimentos e a ineficiência do Estado empresário.

Os integrantes do setor nuclear – que é estatal – atribuem à burocracia do Estado o principal empecilho para atingir a competitividade. Não são explicitamente a favor da privatização do setor, mas internalizaram a noção da ineficiência do Estado e tentam incorporar a “eficiência” da iniciativa privada às iniciativas estatais. Essa obsessão pela competitividade que contaminou o serviço público não é uma exclusividade brasileira e muito menos do setor nuclear. Os Institutos oferecem produtos no mercado a preços competitivos, as parcerias com a iniciativa privada são incentivadas, as pesquisas acadêmicas orientadas para tornarem-se mercadorias.

---

<sup>95</sup>Não foi mencionado, pela Eletronuclear, os custos FOAKE (*first-of-a-kind engineering*), que podem variar entre US\$ 300 e 600 milhões (a preços de 2004) e podem acrescentar até 30% a mais no preço do primeiro reator vendido (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2007).

Não se percebe o risco de subordinar o Estado ao interesse do capital privado que é o lucro. Transfere-se para empresas transnacionais poderes da nação. Em um mundo globalizado, a busca pela competitividade constitui riscos estratégicos para a soberania do Estado.

### 3.2.6 Regulamentação do setor nuclear

A organização do setor nuclear iniciou-se na década de cinquenta, no pós-guerra, quando “a principal preocupação quanto à energia nuclear estava relacionada à defesa nacional” (TAVARES, 2005, p.26). Isso ocasionou uma concentração das atividades nucleares sob um restrito controle do Estado. A criação, primeiro do CNPq e depois da CNEN correspondeu a essa época. A opção de uso apenas civil da energia nuclear priorizou a preocupação com a segurança das populações e do meio ambiente, mas não houve, em contrapartida, uma flexibilização do controle da energia nuclear pelo Estado. A CNEN continuou exercendo a triple função, de planejar, produzir<sup>96</sup> e fiscalizar a energia nuclear no país, quando o lógico seria a segregação das funções de política nuclear, regulação e produção de energia nuclear.

A criação da ARNB (Agência Reguladora Nuclear Brasileira), para a qual já existe um projeto de lei, que se encontra no Ministério de Planejamento<sup>97</sup>, representa um novo processo de regulamentação do setor nuclear, antes concentrado na CNEN. Baseado na ideologia privatizante neoliberal, também preconizada pela AIEA, segue a reestruturação do Estado brasileiro que marca a transição do “Estado de segurança” para o “Estado competitivo”.

[...] essa ideologia incorpora presunção da necessidade do predomínio da razão sobre a política, fundamentada na superioridade da especialização técnica e em detrimento da representação de interesses (CRUZ, 2009, p.73).

Para os integrantes do setor nuclear, a criação da ARNB é uma necessidade premente para dar credibilidade ao setor, principalmente perante a comunidade internacional. Embora não se mencione uma futura flexibilização do monopólio da União, a credibilidade da ARNB –

---

<sup>96</sup>A CNEN é detentora majoritária das ações da INB e da Nuclep. O presidente da CNEN é também presidente do Conselho de Administração das duas empresas mistas.

<sup>97</sup> Há uma disputa entre o MME e MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação), para subordinar a ARNB.

assim como de outras agências reguladoras – visa atrair investidores para o setor, o que sugere mudanças institucionais mais profundas, que permitiriam uma maior participação do capital privado. Aliás, as parcerias público-privadas são recomendadas pelo CDPNB (Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro) e pela CNEN para diminuir os riscos econômicos das atividades do setor.

Não se verifica uma percepção dos riscos estratégicos dessa política para os interesses nacionais, sobretudo no tocante à proteção do interesse público frente às pressões de grupos privados. Impregnada de uma ideologia liberal, que não considera os conflitos de interesses e as lutas de classe, a ARNB representa para os atores do setor uma instituição ideal capaz de regular, de maneira neutra e técnica o setor nuclear brasileiro.

A regulamentação do setor nuclear obedece às normas internacionais indicadas pela AIEA. Essa normatização internacional preconizada pela a AIEA, por um lado facilita os investimentos internacionais, mas por outro lado subordina as atividades nucleares do país a um maior controle dos países centrais.

### 3.3 EVOLUÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS RISCOS FÍSICOS

A preocupação com os riscos físicos surgiu no início do século XX, quando pesquisadores e radiologistas estabeleceram princípios de proteção radiológica<sup>98</sup> para se defenderem dos efeitos nocivos da radioatividade, descoberta em 1886 por Becquerel (GODARD, LOCHARD, 2005). Em função da percepção dos riscos físicos, essa proteção foi, em seguida, estendida a outros trabalhadores, depois aos pacientes, ao público em geral e, por último, ao meio ambiente (AGENCE POUR L'ENERGIE NUCLEAIRE, 2007, p.11).

A radioatividade foi descoberta a partir de pesquisas acadêmicas, mas seu primeiro uso comercial foi na medicina e associado a ele a percepção dos danos. A morte do assistente de Thomas Edison<sup>99</sup> em 1905, atribuída diretamente à utilização da radiação ionizante, constituiu um marco na radiologia e deu partida a uma série de estudos científicos sobre os

---

<sup>98</sup> (a) Preocupação com a igualdade (princípio da limitação); (b) precaução face à incerteza (princípio da otimização); e (c) princípio da responsabilidade (princípio da justificativa) (AGENCE POUR L'ENERGIE NUCLEAIRE, 2007, p.11).

<sup>99</sup> Thomas Edison foi um dos primeiros a utilizar os raios X comercialmente.

efeitos genéticos da radioatividade relacionando-os à incidência de câncer. Inicialmente, acreditava-se que a radiação não causasse efeitos nocivos aos pacientes, pelo contrário, evocavam-se suas propriedades terapêuticas.

Nos anos 1930, um episódio ocorrido na indústria de relógios despertou a percepção dos riscos submetidos por trabalhadores pela exposição à radiação, mesmo em pequenas doses, quando se constatou um alto índice de câncer de boca, em pintores de quadrantes luminosos de relógios, induzido pelo rádio<sup>100</sup> contido na pintura (GODARD, LOCHARD, 2005). Não havia, no entanto, um conhecimento sistematizado dos efeitos da exposição à radiação, acima de que doses esses efeitos seriam nocivos à saúde que induzissem à introdução de medidas de proteção radiológica. Em 1934, morreu Marie Curie de leucemia, provavelmente em decorrência à exposição à radiação.

A noção de **dose de tolerância** surgiu durante o projeto Manhattan, nos anos 1940. O Dr. Robert Stone<sup>101</sup>, encarregado dos aspectos sanitários do projeto solicitou a seus assistentes que elaborassem uma síntese dos conhecimentos existentes sobre riscos associados à radiação (APÊNDICE F). O documento concluía, primeiro, que era possível estabelecer valores de exposição acima dos quais eram constatados efeitos determinísticos da radiação nas células e nos tecidos e segundo, que não havia certeza quanto à existência ou não de efeitos da radiação a fracas exposições. Baseado nessas conclusões, Stone definiu as regras de radioproteção a serem seguidas pelos participantes do projeto que consistiam em manter as doses de exposição **tão baixas quanto exequível** e jamais ultrapassara dose de tolerância. Esta abordagem do risco marca o início da utilização do **princípio de precaução** na radiologia.

A apropriação militar da energia nuclear, durante a Segunda Guerra Mundial, desvinculou as pesquisas sobre os efeitos da radiação da noção de proteção durante o período da Guerra Fria. As pesquisas e os testes nucleares se orientaram em avaliar e potencializar os danos causados pela radiação. Na URSS, por exemplo, em 1954, foram realizados testes com a exposição proposital de 45.000 militares, à explosão de um artefato nuclear sobre a cidade de Totskoye, na Rússia (DOROZYNSKI; CAMBELL, 1994). Em março do mesmo ano, os Estados Unidos realizaram testes atmosféricos nas ilhas Marshall, com a intenção,

---

<sup>100</sup>Substância radioativa que deu origem ao nome radioatividade.

<sup>101</sup>Considerado o pai da radiobiologia.

dentre outras, de verificar os efeitos das explosões nucleares sobre equipamentos, como navios de guerra.

Até os anos 1960 predominaram os testes nucleares atmosféricos. Essas explosões acarretaram a disseminação de materiais radioativos no meio ambiente. Em razão da repartição dos sítios, do número de testes nucleares e da potência das bombas nucleares a contaminação radioativa atingiu dimensões planetárias (INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET SURETE NUCLEAIRE, 2009).

Apenas em 1962 foram realizados pelo menos 178 testes nucleares. A bomba nuclear mais potente a ser testada (em 1961) foi a **Tsar Bomba** russa, com 58Mt de energia. Os riscos físicos não eram considerados, apesar de ter havido vários casos de contaminação pelas precipitações radiativas formadas durante as explosões. Essas contaminações, no entanto, não eram percebidas pelo público; os efeitos imediatos eram evitados, uma vez que as bombas eram lançadas em regiões isoladas ou com baixa densidade populacional, como desertos e ilhas oceânicas, mas os efeitos prolongados de contaminação do ambiente não foram avaliados. Não obstante ter havido evacuação de contingente populacional nas áreas de testes, as distâncias de realocação comprovaram-se, anos mais tarde, insuficientes para evitar a contaminação radiativa.

Desastres ambientais involuntários também foram cometidos neste período, como ocorreu durante os testes nucleares no atol Bikini, nas ilhas Marshall, em 1954, pelos Estados Unidos, quando uma mudança inesperada na direção dos ventos provocou a contaminação de militares e civis, entre eles os tripulantes de um barco pesqueiro japonês e soldados estadunidenses. Este episódio foi amplamente divulgado pela mídia e mudou a percepção pública dos riscos físicos da energia nuclear. Esse episódio contribuiu para o nascimento de um “movimento” antinuclear internacional (GODARD, LOCHARD, 2005).

Mas não foram apenas os testes nucleares que causaram danos irreversíveis à natureza. Nos anos cinquenta, não havia uma percepção clara do riscos físicos da destinação final dos rejeitos radioativos. Estes eram descartados diretamente no mar, em lagoas ou rios. Acreditava-se que a radioatividade seria diluída a ponto de não causar danos.

Na URSS, não havia uma preocupação com a preservação do meio ambiente. O caráter bélico da energia nuclear garantia o segredo das atividades militares envolvendo a produção, manuseio e descarte de materiais radioativos. As atividades nucleares militares eram realizadas nas denominadas cidades ocultas<sup>102</sup> (ZATO, em russo). Os rejeitos radiativos do complexo de Mayak, perto da cidade oculta de Ozersk, foram descartados sem acondicionamento em lagos e no rio Tetcha, afluente do rio Ob, na Rússia, durante mais de dez anos. O complexo de Mayak era uma instalação nuclear soviética que produzia e beneficiava plutônio para ogivas nucleares desde 1947 e onde foi construída a primeira bomba nuclear soviética, que viria a ser testada em 1949.

Em 1957, uma pane no sistema de resfriamento de uma cuba de rejeitos radioativos provocou uma explosão que dispersou uma grande quantidade de radioelementos no meio ambiente, equivalente à metade da quantidade dispersada no acidente de Chernobyl. Esse acidente nuclear - 6, na escala Ines (*International Nuclear Event Scale*) - só seria divulgado 32 anos mais tarde. Mais de 270.000 pessoas foram expostas à radiação e 24.000 m<sup>2</sup> de território contaminado; 27 cidades foram evacuadas e 22 foram destruídas. O governo soviético isolou uma área de 800 km<sup>2</sup>, embora algumas famílias ainda vivam na área, cultivando e consumindo alimentos contaminados, sendo objeto de estudos de científicos (DUCO, 1997).

Desconhece-se ao certo o número de acidentes nucleares militares ocorridos. Sabe-se que acidentes militares foram voluntariamente ocultados, em especial durante a Guerra Fria (CHAMBRETTE, HARDY, NÉNOTI, 2001). Tais acidentes se referem tanto a explosões de artefatos nucleares quanto a fugas radioativas em instalações militares de mineração, produção de combustível, reatores para produção de plutônio ou transporte de materiais radioativos para fins bélicos, assim com a destinação de rejeitos radioativos. Somem-se a esses, colisões e naufrágios de veículos de propulsão nuclear como navios, porta-aviões e submarinos, ou perda de carga nuclear, como mísseis transportados em aviões ou satélites, como o Cosmos-1402, satélite soviético provido de um reator nuclear, que caiu a 1600 km da costa brasileira em fevereiro de 1983. Em 1991, a AIEA repertoriou 31 acidentes militares marinhos, dos quais 18 estadunidenses, embora 16 deles, até 1992, ainda não haviam sido reconhecidos pelos seus respectivos países (DENIS-LEMPEREUR, 1992).

---

<sup>102</sup>Ainda existem 42 cidades ocultas na Rússia onde moram dois milhões de habitantes.

Nos anos 1950, os avanços tecnológicos na indústria de construção de reatores de países como URSS, Grã-Bretanha, Alemanha e França, abriram novas perspectivas aos usos civis da energia nuclear. A expansão da nascente indústria nuclear civil, no entanto, estava travada pelos mecanismos de controle e a política de segredos instaurados pelos Estados Unidos, que impedia o intercâmbio científico tecnológico e a cooperação no campo nuclear<sup>103</sup>. Esse intercâmbio era essencial para difundir a tecnologia atômica e desse modo, criar um mercado para os produtos e serviços do setor. Tal iniciativa, no entanto deveria ser controlada de modo a impedir ou limitar o desenvolvimento tecnológico local de outros países.

A energia nuclear até então havia sido utilizada principalmente para fins bélicos. Sua imagem estava atrelada a guerra e destruição. Era preciso modificar a percepção pública enfatizando os benefícios da energia nuclear. A primeira iniciativa nessa direção foi o discurso “Átomos para a Paz”<sup>104</sup> do presidente estadunidense Eisenhower (1953-1961) na Assembleia Geral da ONU, em 1953. Após um longo preambulo, no qual reafirmou o poderio nuclear dos Estados Unidos, o presidente estadunidense lembrou que a energia nuclear não deveria ser utilizada apenas para fins militares<sup>105</sup>. Seu uso precisaria ser direcionado para fins pacíficos, desde que supervisionado por um órgão supranacional, a ser criado preferivelmente como organismo das Nações Unidas (EISENHOWER, 1953). Esse discurso serviu de base ao programa de mesmo nome, pelo qual os Estados Unidos cederiam equipamentos (reatores de pesquisa) e urânio enriquecido<sup>106</sup> aos países que desejassem desenvolver a energia nuclear para fins pacíficos<sup>107</sup>. A AIEA proposta pelo presidente Eisenhower foi criada em 29 de julho de 1957 (FISCHER, 1997), como uma organização do Sistema das Nações Unidas (PADILHA, 2011).

---

<sup>103</sup> A Lei Mac-Mahon.

<sup>104</sup> O programa “Átomos para a Paz” cumpriu os objetivos estadunidenses de inibir a aquisição de capacidade nuclear militar por outros países, sobretudo aqueles em desenvolvimento, como Brasil ou Irã. Os Estados Unidos não foram capazes, no entanto, de impedir que países como a União Soviética (1949), Reino Unido (1952) e França (1960) desenvolvessem a bomba atômica. A explosão do primeiro artefato nuclear pela China, um país em desenvolvimento, em 1964 acelerou a criação do TNP. Mais tarde com a explosão da primeira bomba nuclear da Índia (1974), os Estados Unidos suspenderam toda forma de cooperação, mesmo para fins pacíficos.

<sup>105</sup> O uso militar seria exclusivo dos países que já possuíam a bomba atômica.

<sup>106</sup> Em troca de urânio natural.

<sup>107</sup> Na prática os Estados Unidos resolviam o problema de carência de minerais radioativos ao mesmo tempo em que inibiam o desenvolvimento da tecnologia nuclear nos países possuidores de urânio e tório<sup>107</sup>, entre os quais o Brasil. O setor privado dos Estados Unidos passou a poder exportar serviços, equipamentos e material nuclear, sempre em consonância com os interesses nacionais estadunidenses.

O Estatuto da AIEA, aprovado por 81 Estados precisou a preocupação primordial do risco de proliferação de armas nucleares,

A Agência procura acelerar e aumentar a contribuição da energia atômica para a paz, saúde e prosperidade em todo o Mundo. Na medida dos meios de que dispuser, assegurar-se-á de que o auxílio prestado por ela própria ou a seu pedido ou sob a sua direção ou sob fiscalização sua não seja utilizado de maneira a servir para fins militares (BRASIL, 1957, sp).

mas também a preocupação com os riscos físicos, embora vinculados principalmente a acidentes com trabalhadores, conforme conta em uma das atribuições da Agência.

Estabelecer ou adotar em consulta e, quando for caso disso, em colaboração com os organismos competentes das Nações Unidas e com as instituições especializadas interessadas normas de segurança destinadas a proteger a saúde e reduzir ao mínimo os perigos aos quais se expõem as pessoas e os bens (inclusive normas para as condições de trabalho), tomar disposições para aplicar essas normas às suas próprias operações e, bem assim, às operações que comportem a utilização de produtos, serviços, equipamento, instalações e informações fornecidos pela Agência ou a seu pedido ou sob a sua direção ou sob fiscalização sua, e tomar disposições para aplicar essas normas, a pedido das Partes, às operações efetuadas em virtude de um acordo bilateral ou multilateral ou, a pedido de um Estado, a determinadas atividades desse Estado no domínio da energia atômica (BRASIL, 1957, sp).

Pese as orientações para o desenvolvimento de usos exclusivamente civis, não é definida a separação entre as atividades civis e militares na indústria nuclear. Empresas privadas fornecem insumos e produtos para o setor militar e os avanços tecnológicos são comumente intercambiados entre centros de pesquisa. Atividades supostamente apenas civis por vezes encobrem usos militares, o que dificulta a identificação da origem dos riscos na área de pesquisas. Atualmente existem 668 reatores de pesquisa no mundo, dos quais 244 estão operacionais ou temporariamente parados (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2012a).

Acidentes e incidentes no setor nuclear foram relacionados desde 1940. Os da década de 1940, a exceção do incêndio na pilha atômica em Leipzig, Alemanha (1942) não foram acidentes em reatores, mas falhas humanas na manipulação de materiais radioativos. Nos anos 1950, Pharabod e Schaphira (1988) listaram dez acidentes no setor<sup>108</sup>; nos anos 1960,

---

<sup>108</sup> Em Chalk River, Ontario, Canadá (1952); em Idaho, Estados Unidos (1954 e 1955); Marcoule, Gard, França (1956); em Winscale (instalação militar), Cumberland, Inglaterra (1957); em Chalk River; Ontario, Canadá (1958); em Vinca, Yugoslávia (1958); em Idaho, Estados Unidos (1958); em Marcoule (instalação militar), Gard, France (1959).

nove<sup>109</sup> e nos anos 1970, um único acidente vinculado a centros de pesquisa foi relatado na Rússia, contaminando uma extensão de 25 km<sup>2</sup>, com iodo radioativo (PHARABOD; SCHAPIRA, 1988), indicando os cuidados crescentes com a segurança e uma percepção dos riscos físicos.

O desenvolvimento da tecnologia nuclear, sobretudo de seus dispositivos de segurança, cria ambientes de riscos. Vários dos acidentes relatados acima decorreram de testes e experiências provocados propositalmente a fim de medir as consequências, cujas dimensões eram, de antemão, desconhecidas, como ocorreu no centro de pesquisas de Idaho Falls, onde se procedeu à destruição voluntária de um reator em 1954, e de um núcleo do reator, em 1958. Em todos os casos os danos provocados superaram as expectativas iniciais.

Essas experiências, assim como outros acidentes nucleares ligados às atividades de pesquisas não foram questionados pelo público, pois não existia uma comunicação dos mesmos que lhe permitisse a percepção. Acreditava-se que os riscos nucleares não deviam ser comunicados ao público, cuja percepção leiga era irracional. Apenas a racionalidade científica permitia uma percepção objetiva dos riscos, mas estes eram aceitos em prol do desenvolvimento tecnológico.

As primeiras usinas nucleares construídas na década de 1950 tampouco suscitaram um questionamento público sobre os riscos físicos nucleares. Segundo Philippe Garraud (1979) – referindo-se à experiência francesa – até 1970, a energia nuclear era considerada, essencialmente, como um fato técnico e científico e não como uma questão política, geradora de conflitos. Valorizava-se essa tecnologia e não se percebia o perigo e os riscos a ela associados (GAURAUD, 1979).

Assim como ocorrera nas atividades nucleares de pesquisa, os responsáveis pela nascente indústria núcleo-elétrica não buscavam a aquiescência pública. A energia nuclear – para a produção de energia elétrica – era uma escolha técnica baseada em argumentos científicos, cuja racionalidade encontrava-se acima de qualquer contestação.

---

<sup>109</sup> Idaho, Estados Unidos (1961); Chinon, Indre-et-Loire, França (1965); Mol (centro de pesquisa), Bélgica (1965); Lagoona Beach, perto de Monroe, Michigan, Estados Unidos (1966); Grenoble (centro de pesquisa) Isère, França (1967); Lucens, Suíça (1969); Livermore, Califórnia, (1965 e 1966); e Michigan, 1966.

Porém, a comunidade científica, frente às crescentes indagações (no meio científico) sobre o risco de efeitos de longo prazo - cancerígenos e genéticos - em populações expostas à radiação, após estudos realizados em Hiroshima e Nagasaki e com trabalhadores da indústria nuclear, estipulou uma **dose máxima admissível** para o público e outra, dez vezes maior para os trabalhadores. Visava-se reduzir ao máximo possível a exposição às radiações oriundas de uma indústria nuclear emergente. Note-se que esses efeitos de longo prazo eram efeitos estocásticos, isto é, não havia uma relação direta entre causa (exposição à radiação) e efeitos (câncer, mutações genéticas), apenas uma relação probabilística.

Os primeiros relatórios sobre segurança e acidentes em reatores nucleares foram elaborados nos Estados Unidos, no final dos anos 1950. O estudo da AEC, WASH-740, foi submetido ao Congresso Americano em março de 1957. Esse estudo relacionava as possíveis consequências de um acidente em um reator de 500 MW situado a 50 quilômetros de uma cidade grande<sup>110</sup> e tinha por objetivo a aprovação do *Price-Anderson Act*, que limitava a responsabilidade civil em caso de acidente a US\$ 60 milhões e a 10 anos e previa a intervenção governamental para pagamento de no máximo US\$ 500 milhões em indenizações (JOHNSON, 1986).

Oito anos depois, um novo relatório (WASH-740 UPDATE) esperava demonstrar a segurança das usinas nucleares. Contrariamente, constatou-se que não se podia garantir o confinamento de gases radioativos e que a gravidade do acidente era proporcional à potência do reator. Esse relatório não foi divulgado para não alarmar o público. O *Price-Anderson Act* foi prorrogado por mais 10 anos.

Nos anos 1970, o princípio de dose **tão baixa quanto razoavelmente exequível**, também conhecido como ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) veio substituir o princípio proposto anteriormente por Stone, durante o projeto Manhattan de dose **tão baixa quanto exequível**. A diferença aparentemente apenas semântica denunciava a preocupação com a aceitação pública do risco. Para atingir o risco zero seria necessário abdicar da tecnologia nuclear, medida exequível porém nada razoável, tendo em vista todas as atividades nucleares desenvolvidas e promissoras da indústria nuclear. O novo conceito levaria em conta os aspectos sociais e econômicos envolvidos.

---

<sup>110</sup>O estudo estimava as consequências do acidente em 3.400 mortos, 43.000 feridos, e 7 bilhões de dólares de danos materiais (JOHNSON, 1986).

A percepção dos riscos nucleares físicos nos anos de 1970 tangia a comunidade técnica e científica ligada a atividades nucleares, mas já se intensificavam as manifestações antinucleares nos Estados Unidos e na Europa. Em meados dos anos 1970, o relatório WASH-1400<sup>111</sup> (1975) concluiu que o risco de acidentes (frequência e gravidade das consequências) era comparável ao risco de queda de meteoritos (RASMUSSEN et al., 1975; GRUPO DE ESTUDO DA POLÍTICA DE ENERGIA NUCLEAR, 1978). Segundo o Gepen (Grupo de Estudos da Política de Energia Nuclear),

Esse relatório examinou de forma sistemática grande número de possíveis caminhos capazes de levar a um acidente, estimou a probabilidade geral de derretimento de um núcleo atômico com escapamento do conteúdo, e desenvolveu uma avaliação probabilística das consequências desse acidente, considerando o local e as condições locais e climáticas (GRUPO DE ESTUDOS DA POLÍTICA DE ENERGIA NUCLEAR, 1978, p.35).

Não obstante o Grupo acreditasse que as incertezas tivessem sido gravemente subestimadas e que o relatório apresentasse falhas metodológicas (GRUPO DE ESTUDOS DA POLÍTICA DE ENERGIA NUCLEAR, 1978), o relatório WASH-1400 foi o primeiro estudo a medir a probabilidade de um acidente nuclear (ATOMIC ENERGY COMMISSION, 1975). Em 1978, o Gepen publicaria um importante estudo na área nuclear, patrocinado pela Fundação Ford, intitulado “Energia Nuclear: problemas e opções” levantando a metodologia do WASH-1400, entre outras questões.

O acidente nuclear de Three Mile Island, em 1979, nos Estados Unidos modificou a percepção pública dos riscos nucleares. Embora os gases radioativos tenham sido confinados do recinto da usina, a recomendação de evacuação da população local – posteriormente anulada pelo governador da Pensilvânia (CENERINO et al., 2009) alarmou o público leigo para os riscos nucleares. Nesse mesmo ano é lançado o filme “Síndrome da China”, com a atriz Jane Fonda aumentando os questionamentos sobre a segurança das usinas nucleares. Tais questionamentos contribuíram para elevar a rejeição da energia nuclear pelo público leigo, até então ignorado nas decisões de política nuclear, afetando a indústria núcleo-elétrica. Nos Estados Unidos nenhuma nova usina nuclear foi construída após esse acidente.

---

<sup>111</sup>O relatório WASH-1400 constitui o primeiro estudo completo para estimar a ocorrência de acidentes de fusão do núcleo e suas consequências (CENERINO et al, 2009).

Esse acidente representou uma nova dimensão do risco nuclear e de sua percepção, o risco transcendeu o âmbito das relações de trabalho (riscos ocupacionais) e configurou-se em um risco para populações não implicadas em atividades nucleares. Até então os riscos da contaminação radiativa eram associados a armas nucleares, aos limiares de exposição em exames ou tratamentos médicos ou a riscos ocupacionais.

Para os especialistas estadunidenses, havia uma distorção entre o risco percebido pelo público leigo e o risco objetivo, calculado por eles. Essa distorção afetava a aceitação das centrais nucleares e devia ser corrigida por uma política de comunicação da informação dos riscos. Na França, o IPSN (*Institut de Protection et Sureté Nucléaire*), substituído posteriormente pelo IRNS (*Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire*) iniciou, a partir de 1977, as primeiras sondagens sobre a percepção das atividades nucleares pelo público leigo na França (VERGRIETTE, 2006). Essas pesquisas de opinião são realizadas anualmente e atualmente abordam igualmente questões relativas à credibilidade das informações difundidas, ao papel dos especialistas e à imagem da energia nuclear (INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETÉ NUCLÉAIRE, 2011b).

Embora houvesse de fato uma clara distinção entre os riscos percebidos pelos especialistas ou pelo público leigo, o discurso dos especialistas mascarava a amplitude dos riscos reais. Invocando a objetividade científica, desqualificava a percepção pública, inibindo qualquer contestação.

Na década de 1970, a indústria a núcleo-elétrica se expandia em consonância com a ideologia do progresso reinante. Os choques do petróleo e o temor de uma crise energética constituíam o risco ainda maior que a sociedade não estava disposta a aceitar. Os movimentos de contestação nuclear estavam limitados a intelectuais e grupos ambientalistas, como o movimento verde na Alemanha, que posteriormente se consolidou no Partido verde alemão. Esses grupos, sem uma ideologia partidária definida, tampouco se opunham ao progresso, o que explica, em parte, o fracasso da política antinuclear.

Em 1986, o acidente de Chernobyl<sup>112</sup> (7 na escala Ines), na Ucrânia, antiga URSS, estabeleceu um novo marco na percepção pública dos riscos nucleares (INSTITUT DE

---

<sup>112</sup>No acidente de Chernobyl, 6,6 milhões de pessoas foram expostas à radiação ionizante, matando diretamente e outras quatro mil de câncer (FONSECA, 2009, p. 2).

RADIOPROTECTION ET DE SURETÉ NUCLÉAIRE, 2011a). O acidente, provocado por um teste dos mecanismos de segurança da usina, com consequências que fugiram ao controle, provocou uma nuvem radioativa que se alastrou pela Europa, contaminando uma grande extensão de território, pessoas, animais e afetando a produção agropecuária (CENERINO, 2008). Produtos agropecuários contaminados foram exportados, inclusive para o Brasil. A dimensão global do acidente nuclear e as consequências de longo prazo (até milhares de anos) modificaram para sempre a percepção do risco nuclear. As consequências do acidente nuclear de Chernobyl podem ser divididos em: (a) efeitos sanitários de curto e longo prazos; (b) consequências psicológicas nas populações atingidas; (c) consequências ecológicas; e (d) impactos sociais, econômicos, institucionais e políticos (CRICK, 1996).

O acidente de Chernobyl ilustrou o peso da comunicação sobre a percepção do risco nuclear e suas consequências. As informações sobre o acidente emitidas pelo governo da antiga URSS foram confusas e contraditórias. A falta de transparência afetou a percepção e a confiança do público na veracidade das informações e nos responsáveis (GONZÁLEZ, 1996).

A dimensão da catástrofe arrefeceu a expansão da indústria núcleo-elétrica acarretando em uma diminuição de encomendas de novas usinas nucleares até 2007 (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2011a), quando a alta do preço do urânio no mercado internacional<sup>113</sup> deu um novo impulso à indústria de construção de reatores de potência.

O acidente de Fukushima, ocorrido em março de 2011, no Japão voltou a causar impactos na percepção pública dos riscos físicos. A lenta, porém, crescente oposição ao uso da tecnologia nuclear para a produção de energia elétrica começou a afetar a indústria núcleo-elétrica mundial. Quase todas as maiores empresas fornecedoras de tecnologia nuclear<sup>114</sup> ou já atuavam também outros setores ou diversificaram sua carteira de produtos. Poucas, como a AECL (*Atomic Energy of Canada Limited*) operam exclusivamente com energia nuclear. No Brasil, a Eletronuclear preocupa-se com o esvaziamento da indústria núcleo-

---

<sup>113</sup>Em consequência da inundação da mina de urânio de Cigar Lake, no Canadá, em 2006 e da proximidade do fim do acordo entre Estados Unidos e Rússia para aproveitamento de urânio de origem bélica.

<sup>114</sup>GE (EUA), Westinghouse (EUA), Areva (França), AECL (Canadá), Mitsubishi (Japão), Toshiba (Japão), General Atomics (EUA) e Eskom (Africa do Sul) (ELETRONUCLEAR, 2012).

elétrica e atribui a oposição à tecnologia nuclear à falta de informação (ELETRONUCLEAR, 2012).

A diversificação dos usos da energia nuclear – de seus correspondentes riscos - podem ser atualmente agrupados em cinco setores: (a) medicina; (b) militar; (c) pesquisa; (d) indústria; e (e) energia elétrica. A percepção desses riscos físicos varia a depender do uso da energia. Atribuem-se maiores riscos primeiro, ao uso militar; segundo à produção de energia elétrica; terceiro à indústria; quarto, à pesquisa e por último à medicina, embora a repartição mundial dos acidentes radiológicos por setor ocorridos desde 1945, seja diversa: 51% dos acidentes radiológicos são vinculados à indústria; 20% à pesquisa; 13% à produção de energia elétrica; 11% à medicina e 5% ao setor militar<sup>115</sup> (CHAMBRETTE, HARDY, NÉNOTI, 2001, p. 481).

Não foram constatadas estatísticas de rejeição aos usos médicos da energia nuclear no mundo, mas assim como os outros usos a medicina nuclear cria também ambientes de risco. Acidentes são passíveis de ocorrer na produção de radioisótopos e radiofármacos; no transporte, armazenamento e aplicação ou no desmantelamento de uma fonte radioativa.

O mais grave acidente radiológico relacionado à medicina (5 na escala Ines) ocorreu em Goiânia, no Brasil, em setembro de 1987, quando uma fonte selada de céσιο-137 de 1375 Ci, removida de uma unidade de teleterapia, foi violada (ALVES, 1988).

As proporções do acidente foram agravadas pelo longo tempo decorrido entre o evento e sua notificação às autoridades. A fonte, na forma de cloreto de céσιο, composto químico de alta solubilidade, e o seu inadequado manuseio, contribuíram para aumentar o número de pessoas e áreas contaminadas (ALVES, 1988, p. 1).

A cápsula, medindo apenas três centímetros de comprimento causou quatro mortes, dezesseis outras lesões corporais e seis mil toneladas de lixo atômico que hoje se encontram no único depósito definitivo do país, em Abadia, Goiânia (FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004).

---

<sup>115</sup>Tratam-se de estatísticas de acidentes e não da quantificação dos riscos de acidentes.

Os riscos nucleares estão presentes em todas as aplicações que produzam, manipulem e transportem radionuclídeos, e atualmente são inúmeras as aplicações da energia nuclear na indústria e na agricultura. A aplicação de radioisótopos mais conhecida na indústria é a radiografia de peças metálicas ou gamagrafia industrial (CARDOSO, E., sd). Na agricultura é possível acompanhar, com o uso de traçadores radioativos o metabolismo das plantas ou marcar insetos com radioisótopos para identificar pragas (*op. cit.*, p. 10). A energia nuclear é encontrada na indústria de alimentos, na esterilização de material cirúrgico, na datação por carbono-14, na gemologia e em outros usos.

Os riscos nucleares também aumentam em função da banalização de novos usos da energia nuclear que não causam a rejeição associada aos usos bélicos, à produção de energia elétrica e à cadeia produtiva do combustível nuclear. São agravados em razão da invisibilidade, da intensidade e da duração de propagação da radioatividade e, dependendo da exposição, da demora na aparição de sintomas, que dificulta a detecção do problema.

Desde 1990 a AIEA adota a escala Ines para comunicar ao público, à mídia e à comunidade técnica, a gravidade de eventos que ocorrem em instalações nucleares ou radiativas. Desenvolvida pela AIEA e pelo NEA (*Nuclear Energy Agency*) da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) após o acidente de Chernobyl, é uma ferramenta de auxílio para as autoridades de segurança radiológica e para a indústria nuclear (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2012b). A classificação na Escala Ines abrange 8 níveis: o nível 7 indica acidentes ou eventos maiores; o 6, acidentes ou eventos sérios; o 5, acidentes ou eventos de consequências amplas; o 4 acidentes ou eventos com consequências locais; o 3, incidentes sérios; o 2, incidentes que reduzem significativamente a segurança; o 1, anomalias ou desvios operacionais; e o 0, desvios em relação ao funcionamento normal de instalações ou em transporte (AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2012).

Apesar da preocupação com a comunicação dos riscos nucleares as notificações (ao público leigo) nem sempre são transparentes ou isentas de significado político. O acidente de Fukushima, ocorrido em março de 2011 (inicialmente 5 e depois 7 na escala Ines) mostrou que houve manipulação de informações, especialmente face às consequências econômicas. Os riscos foram minimizados, assim como limitada a zona de exclusão a 20 quilômetros ao redor da área atingida. O Japão empreendeu um esforço diplomático para

garantir as exportações de produtos japoneses e promoveu uma série de eventos esportivos, para passar à comunidade internacional a imagem de que a radioatividade estava sob controle e confinada à zona de exclusão.

Um ano e meio após o acidente, desconhece-se a amplitude dos danos. Água radioativa foi despejada em grandes quantidades no mar, e nuvens radioativas contaminaram grande parte do hemisfério norte. Os centros de detecção de radioatividade no mundo pararam de informar o público sobre níveis reais de radiação.

A AIEA e os Estados participantes reconhecem a dimensão transnacional dos impactos provocados por acidentes nucleares e da necessidade de promover um elevado nível de segurança em todo o mundo através da cooperação internacional. Tal preocupação resultou na Convenção sobre Proteção Física de Materiais Nucleares (1979), na Convenção sobre Pronto Notificação de Acidente Nuclear (1986), e na Convenção sobre Assistência em caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica (1986) e, finalmente, na Convenção de Segurança Nuclear, cujo protocolo foi assinado na sede da AIEA, em Viena, em 20 de setembro de 1995 e promulgado no Brasil pelo decreto nº 2.648 de 1 de julho de 1998 (BRASIL, 1998).

A Convenção de Segurança Nuclear, no entanto, por trás das preocupações com a segurança, recomenda uma indústria núcleo-elétrica privada, cuja segurança seria garantida por um órgão regulatório (artigo 8), o que é contraditório com o monopólio de Estado existente no Brasil. Já o artigo 18, referente ao projeto e construção de usinas nucleares, no item II indica que a parte contratante deverá assegurar a utilização de tecnologias comprovadas por experiência ou qualificadas por meio de testes ou análises (BRASIL, 1998). Tudo indica que o Brasil vai adotar essas recomendações.

### 3.4 PERCEPÇÃO DOS RISCOS NUCLEARES NO BRASIL

A percepção dos riscos da energia nuclear se desenrola como contraponto do desenvolvimento do próprio Programa Nuclear Brasileiro. Assim, como há um processo do projeto há um processo do risco. Por extensão, ocorre que o envolvimento dos diferentes grupos sociais com o processo deriva de uma configuração das instituições com suas regras

próprias de poder. Desse modo, o tratamento do risco torna-se parte da luta por espaços de poder na estrutura institucional.

Não se verifica uma separação orgânica entre a percepção do risco e o processo, razão pela qual a percepção do risco não é algo apenas subjetivo. Ela representa a ideologia dos grupos integrantes do setor.

O setor nuclear brasileiro surgiu de uma pluralidade de iniciativas que refletiram – e refletem - a complexidade das relações entre Estado e sociedade e que também traduzem o papel do Estado brasileiro – em sua condição periférica - na formação do sistema capitalista comandado pelos países centrais. Isso explica como se deu o movimento de difusão da tecnologia nuclear e seu conseqüente condicionamento, que se não é percebido - pelo menos não é explicitado – pelos integrantes do setor.

(APÊNDICE D)

(APÊNDICE E)

### 3.4.1 Ações e reações antinucleares

A bandeira antinuclear hoje reúne uma variedade de movimentos de contestação, alguns dos quais diretamente vinculados aos efeitos negativos da radiação e à política nuclear enquanto os demais correspondem a outros pleitos sociais. Não se trata de um movimento social, que Touraine (1981) apresenta como sendo

[...] uma ação coletiva organizada dirigida contra um adversário social pela gestão dos meios pelos quais uma sociedade age sobre si e sobre suas relações com seu ambiente. [...] quando um ator coletivo definido em termos sociais se opõe a um adversário igualmente definido em termos sociais e quando um e outro tentam dirigir ou apropriar-se de recursos culturais considerados de grande importância (TOURAINÉ, 1981, p. 118, tradução nossa<sup>116</sup>).

---

<sup>116</sup> [...] *une action collective organisée menée contre un adversaire social pour la gestion des moyens par lesquels une société agit sur elle même et sur ses rapports avec son environnement. [...] quand un acteur collectif défini en termes sociaux s'oppose à un adversaire défini également en termes sociaux et quand l'un et l'autre tentent de diriger ou de s'approprier des ressources culturelles considérées comme de grande importance* (TOURAINÉ, 1981, p. 118).

As reações antinucleares no Brasil surgiram na década de 1970. Abarcavam por um lado, os ecologistas, que repetiam o discurso dos movimentos ambientais dos Estados Unidos e Europa (JACOBI, 2003), apresentando os inconvenientes do uso da energia nuclear e uma classe científica, não necessariamente contra a tecnologia nuclear, que contestava o caráter ditatorial das decisões de política nuclear (GIROTTI, 1984). A comunidade científica sentiu-se excluída por não ter sido consultada sobre o Programa Nuclear Brasileiro.

Naquela década, o discurso ambientalista não tinha muita repercussão social. Os ecologistas brasileiros, concentrados nas regiões Sul e Sudeste, oriundos de uma burguesia ilustrada eram mais preocupados com a preservação do meio ambiente do que com os problemas socioeconômicos.

Na verdade, em um discurso no qual o mito desenvolvimentista aparece como único capaz de superar os terríveis problemas enfrentados pelo país, o discurso relativo à necessidade de preservar o meio ambiente emerge como antítese do desenvolvimento nacional (JACOBI, 2003, p.6).

No início dos 1980, o movimento ganhou adeptos. Foi fundado o Mocun (Movimento Contra as Usinas Nucleares), que contava com a participação de trinta e quatro entidades das mais variadas (GIROTTI, 1984). Com a abertura política, candidatos de todos os partidos, à exceção do PDS (Partido Democrático Social), se aliaram à luta antinuclear. As manifestações eram locais, frequentemente de apoio ou de repúdio a ações – ou intenções - do Programa Nuclear Brasileiro, comandado por militares. Os manifestantes não eram, na maioria dos casos, vítimas da tecnologia ou da política nuclear, apenas simpatizantes da causa antinuclear.

A ação não teve escala nacional e nem foi capaz de reverter as decisões de política nuclear. O grupo antinuclear era ideologicamente heterogêneo, sem clareza de objetivos e reivindicava ao mesmo tempo o fim da construção de usinas nucleares, de hidrelétricas, a defesa das baleias ou a luta contra a “ditadura nuclear”. Com a desaceleração do Programa Nuclear, o movimento desagregou-se e a questão nuclear foi relegada.

Em 1987, o acidente radiológico de Goiânia surpreendeu a sociedade brasileira evidenciando a percepção – ou a não percepção – dos riscos nucleares no país. Uma nova onda de manifestações mobilizou associações, ambientalistas, artistas contra a política

nuclear. Não se tratava mais de insurgir-se contra a tecnologia nuclear, mas de questionar a segurança, a gestão de desastres e a destinação dos resíduos radioativos. Esses questionamentos foram levantados não só pelos opositores da energia nuclear mas, posteriormente, inclusive por integrantes do setor, que pese os conhecimentos técnicos e a percepção dos riscos, não estavam preparados para dar um pronta resposta ao acidente.

Uma das consequências do acidente foi a produção de 6.000 toneladas de lixo radioativo. A solução para a destinação final dos detritos foi um dos grandes problemas enfrentados pelo Estado, em suas três instâncias. O lixo foi provisoriamente acondicionado e isolado em área urbana de Goiânia à espera de uma solução definitiva.

Não havia estudos de localização de depósitos definitivos no país ou experiência política em lidar com a questão. Foram propostas vinte localidades para abrigar o lixo radioativo, dentre elas a área militar de Serra do Cachimbo, no Pará, A ilha de Trindade, Fernando de Noronha, Angra dos Reis ou uma área dentro do próprio Estado de Goiás (GABEIRA, sd). O lixo gerou uma onda de protestos em Goiânia e no Pará. Em Goiânia, o número de manifestantes superou largamente os das manifestações antinucleares promovidas pelos ecologistas anteriormente.

Pressionado pelos governadores, o presidente José Sarney enviou à Câmara de Deputados um projeto de lei<sup>117</sup>, estabelecendo as normas para a destinação de rejeitos radioativos produzidos em território nacional, determinando que cada unidade da Federação é responsável pela guarda dos rejeitos radioativos que vier a produzir (PEREIRA, E., 2005). O lixo foi finalmente acondicionado no primeiro depósito definitivo de rejeitos radioativos do país, localizado no Estado de Goiás, sob a guarda da CNEN.

O acidente de Goiânia repercutiu na redação da Constituição Federal de 1988 e nas Constituições Estaduais que foram promulgadas logo depois, como a da Bahia, que veda a instalação, na Bahia, de usinas nucleares e depósitos de resíduos nucleares ou radioativos gerados fora do território do Estado<sup>118</sup>. A matéria, que pretendia proteger a população baiana dos riscos nucleares hoje é um empecilho para a instalação de empreendimentos nucleares no Estado.

---

<sup>117</sup> Que mais tarde se tornaria a Lei nº 10.308, de 20 de novembro de 2001 (BRASIL, 2001).

<sup>118</sup> Art. 226, itens III e IV (BAHIA, 1989).

O episódio do acidente de Goiânia é emblemático na análise da percepção do risco nuclear no Brasil. Não se constatou uma percepção do risco e sim uma reação ao acidente, uma vez visíveis os efeitos. Por seu volume, o efeito mais visível foi o lixo, que uma vez acomodado e devidamente maquiado transformou-se em uma passível colina verde, protegida, na paisagem local.

O episódio, um dos maiores acidentes radiológicos do mundo, não gerou um movimento antinuclear. Da região, apenas a Associação das Vítimas do Césio 137, criada em 1987 pelos moradores da rua 57<sup>119</sup>, que conta atualmente com 1.194 associados, participa das manifestações antinucleares nacionais. As Associações de Vítimas, como a do Césio 137, surgem com um objetivo específico de obter indenizações e não representam um movimento regional ambiental. Segundo Jacobi (2003) isso ocorre porque “no geral não são ações ou condutas espontâneas que emergiram do seio dos setores de baixa renda, atingidas imediatamente pela pobreza e pela degradação ambiental” (JACOBI, 2003, p. 8).

Após o acidente de Goiânia, a percepção do risco nuclear passou a ser considerada um tema relevante de estudos nos Institutos da CNEN. A rejeição à energia nuclear é tida como um problema técnico de comunicação e maioria dos trabalhos apresenta possíveis soluções para minimiza-la.

Em 1992, a Conferência das Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco 92 realizada no Rio de Janeiro, foi um marco para o movimento ambientalista – e da bandeira antinuclear - no Brasil. Nessa época, o movimento ambientalista brasileiro já havia se aproximado dos movimentos sociais e incorporado o conceito de sustentabilidade em seu discurso.

Novos questionamentos sobre a energia nuclear no Brasil, foram levantados pela organização Greenpeace, que naquele ano abriu sua filial no Brasil. O Greenpeace inaugurou suas atividades no país no dia do aniversário do acidente de Chernobyl, no pátio de Angra 1, onde foram afixadas 800 cruzeiras, simbolizando o número de mortes decorrentes do acidente na URSS.

---

<sup>119</sup>Rua onde a cápsula de césio começou a ser desmontada.

Desde então, a ONG tem realizado atos de protesto contra o programa nuclear brasileiro, com ações as mais diversas, como ativistas acorrentados aos portões do Ipen, protestando contra o transporte de combustível irradiado para os Estados Unidos, em 1999, participação no carnaval de São Paulo em 2002, a criação do mascote “Lulinha Nuclear”, para impedir a retomada o programa nuclear em 2004, dentre outras. Tais ações não foram capazes de iniciar uma mobilização popular, nem reverter as decisões do governo de continuar o plano de expansão núcleo-elétrica.

Em 2008, o Greenpeace denunciou a contaminação da água por urânio em Caetité. Desta vez a estratégia adotada pela ONG foi realizar palestras e reuniões em sindicatos, escolas, igreja, universidade, fundação hospitalar, Câmara de Vereadores alertando para os perigos da energia nuclear. As sessões eram finalizadas com a apresentação do relatório que detectava níveis de radiação acima do recomendado em dois dos oito poços investigados pela instituição (GREENPEACE, 2008).

A notícia preocupou a população local, uma vez que, na região, a água é um bem escasso e os aquíferos constituem a única fonte de água disponível para o consumo<sup>120</sup>. Por outro lado, já haviam antecedentes de eventos na URA (Unidade de concentração de Urânio)-Caetité, implicando em liberação de efluentes no meio ambiente, desde o início das operações, em 2000. Até então, a política da INB, era de não divulga-los para não alarmar a população. A ausência de uma política de aproximação da INB com a comunidade local<sup>121</sup> e o pouco impacto da empresa na geração de empregos na região contribuíram para desacreditar a INB.

O impacto da denúncia na percepção pública do risco deve-se, no entanto, à existência na região de movimentos sociais organizados, que sofreram forte influencia do trabalho das CEBs (Comunidades Eclesiais de Base) e das ações da CPT (Comissão Pastoral da Terra), da Igreja Católica. Isso explica a aceitação das reações antinucleares iniciadas pela AMPJ (Associação Movimento Paulo Jackson – Ética, Justiça, Cidadania)<sup>122</sup>, ao qual prontamente

---

<sup>120</sup> As famílias mais atingidas são as do entorno da mina, que tem os poços artesianos como único recurso para o consumo e que não podem ser beneficiados por programas de construção de cisternas. A denúncia sobre uma possível contaminação nos poços projeta dúvidas sobre os riscos da contaminação da produção de subsistência dessas famílias, que não conseguem comercializar seus produtos.

<sup>121</sup>Essa política foi revista em 2008. Hoje a empresa publica um boletim informativo, promove eventos, apoia iniciativas da Prefeitura e inaugurou um espaço para divulgar a energia nuclear.

<sup>122</sup>A AMPJ é parte da Comissão de Acompanhamento das Atividades da INB.

aderiu o Padre Osvaldino Barbosa<sup>123</sup> criando, em 2008, a Comissão Paroquial do Meio Ambiente de Caetité.

Após o acidente de Fukushima, no início de 2011, os protestos e denúncias se intensificaram. O protesto mais emblemático foi a mobilização, em maio do mesmo ano, para impedir a entrada em Caetité de um comboio transportando concentrado de urânio, sob a alegação de que se tratava de lixo radioativo.

Em decorrência de manifestações como essa, o GSIPR (Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República) criou, em março de 2012 o Caslon (Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro), como assessoria ao Ministro-Chefe do GSIPR para articulação com órgãos dos governos federal e estaduais em situações – como impedir ou dificultar o funcionamento de instalações nucleares e o transporte de material nuclear ou de equipamentos sensíveis para o PNB - que possam comprometer a segurança das atividades nucleares no País (GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2012).

A exploração de urânio pela INB em Caetité já havia sido motivo de um inquérito do Ministério Público em 2004 e constava no Relatório do Grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, apresentado em 2006. Esse grupo era formado por três deputados do PV<sup>124</sup> (Partido Verde) e o Deputado Luciano Zica do PT (Partido dos Trabalhadores) de São Paulo e coordenado pelo Deputado do PSB do Rio de Janeiro, Paulo Baltazar. As ações do Grupo incluíam a de organizar audiências públicas locais. As audiências em Caetité tiveram um papel proeminente na mobilização popular.

A mobilização local, por sua vez, atraiu a atenção de organizações nacionais e internacionais, como a Plataforma Dhesca Brasil (Plataforma Brasileira de Direitos

---

<sup>123</sup> O padre Osvaldino foi pré candidato a prefeito de Caetité pelo PT (Partido dos Trabalhadores) nas eleições 2012. Em junho, o PT retirou sua candidatura e aderiu à coligação formada pelo PSB (Partido Socialista Brasileiro), PRB (Partido Republicano Brasileiro), PSL (Partido Social Liberal), PDT (Partido Democrático Trabalhista), PTB (Partido Trabalhista Brasileiro), PSD (Partido Social Democrático), PCdoB (Partido Comunista do Brasil), PV (Partido Verde) e PT, para apoiar a reeleição do então prefeito, Zé Barreira do PSB, que tinha apoio do chefe da casa civil do governo do Estado da Bahia, Rui Costa. Nas eleições 2010, o Padre havia apoiado a candidatura a deputado estadual pelo PT/BA, do ex-diretor do Ingá (Instituto de Gestão da Águas e Clima), Júlio Rocha.

<sup>124</sup> Fernando Gabeira, PV/RJ; Sarney Filho, PV/MA e Edson Duarte, PV/BA.

Humanos, Econômicos, Sociais, Culturais e Ambientais), uma articulação nacional que reúne trinta e seis movimentos e organizações da sociedade civil e desenvolve “ações de promoção, defesa e reparação dos direitos humanos econômicos, sociais, culturais e ambientais”. A Dhesca<sup>125</sup> elaborou um relatório intitulado: Relatório da Missão Caetité: Violações de Direitos Humanos no Ciclo do Nuclear divulgado em 2011 (PLATAFORMA BRASILEIRA DE DIREITOS HUMANOS, ECONÔMICOS, SOCIAIS, CULTURAIS E AMBIENTAIS, 2011).

A região – municípios de Caetité e Lagoa Real – faz parte do Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental e saúde no Brasil desenvolvido pela Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz) e pela Fase (Federação de órgãos para Assistência Social e Educacional), com o apoio do Departamento de saúde ambiental e saúde do trabalhador do Ministério da Saúde (REDE BRASILEIRA DE JUSTIÇA AMBIENTAL, 2012).

Em Pernambuco, o Mespe (Movimento Ecosocialista de Pernambuco)<sup>126</sup> surgiu em fevereiro de 2011. O professor da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco), Heitor Scalabrini, um dos seus participantes, já era engajado na luta contra a construção de usinas nucleares, dentre outras, tendo participado de audiência pública em Brasília, em 2010, convocada pela Comissão de Meio Ambiente da Câmara dos Deputados para discutir a instalação de usinas núcleo-elétricas no Nordeste.

Após o acidente de Fukushima, em março de 2011, surgiram mais iniciativas antinucleares. Em São Paulo, foi criada a Coalizão por um Brasil Livre de Usinas Nucleares e no Rio de Janeiro, a Articulação Antinuclear Brasileira. A Coalizão é uma associação de pessoas – dentre as quais Chico Buarque e Michel Löwy - que tomaram uma maior consciência dos problemas da opção nuclear com o acidente ocorrido em Fukushima (COALIZÃO POR UM BRASIL LIVRE DE USINAS NUCLEARES, 2012) e não tem vínculos com partidos, governos ou igrejas. A Articulação, uma iniciativa da Fundação Heinrich Böll e da RBJA (Rede Brasileira de Justiça Ambiental) e é integrada por entidades, movimentos socioambientais e pesquisadores. A primeira tem como objetivo alertar a sociedade civil e os membros dos três poderes para os riscos dos reatores nucleares de Angra ou concebidos

---

<sup>125</sup>Com apoio da Fundação Heinrich Böll Stiftung, instituição alemã antinuclear.

<sup>126</sup> O Mespe é um movimento ecológico fundado por militantes socialistas que compreende a luta ecológica como uma disputa política por um novo projeto de sociedade. Tem como foco os problemas do Estado de Pernambuco (MOVIMENTO ECOSSOCIALISTA DE PERNAMBUCO, 2012).

para o futuro. A segunda, pede o fim do Programa Nuclear Brasileiro e defende o uso de energias limpas e renováveis (COALIZÃO POR UM BRASIL LIVRE DE USINAS NUCLEARES, 2012). Esses movimentos têm o apoio, senão a participação de associações das mais variadas, muitas ambientalistas, mas também associações de vítimas (césio, cádmio, alumínio, mercúrio, chumbo), de cidadania, ligadas à Igreja Católica, sindicatos, indígenas, quilombolas, sendo algumas delas estrangeiras.

## ANEXO A

Em 2011, uma caravana antinuclear organizada em Pernambuco promovida pelo Mespe e pelo Projeto Educação para a Cultura da Paz da Diocese de Floresta e com apoio de Caritas Brasileira, fundação Heinrich Böll Stiftung<sup>127</sup>, Greenpeace, Cese (Coordenadoria Ecumênica de Serviço), Articulação Antinuclear Brasileira percorreu entre os dias 28 e 31 de outubro, os municípios de Itacuruba, Belém do São Francisco, Floresta e Jatobá, resultando na Carta de Itacuruba (WHITAKER, 2012), um documento contra a instalação de usinas nucleares na região, assinada por cinquenta e duas entidades. A caravana tinha como um dos objetivos, recolher assinaturas para uma PEC de iniciativa popular<sup>128</sup> por um Brasil livre de usinas nucleares. A caravana contou com a participação das tribos Tuxá e Pankararé.

## ANEXO B

Assim como em Caetitê é forte a influencia da Igreja Católica na Região e seu papel mobilizador através dos vários projetos de entidades estrangeiras ligadas à Igreja. Mas se em Caetitê o fator aglutinador foi a percepção do risco de escassez de água, no baixo médio São Francisco a mobilização decorre do temor da população, inclusive das comunidades indígenas de serem novamente deslocadas como ocorreu na ocasião da construção da barragem de Itaparica (hoje, Luiz Gonzaga). A instalação de usinas nucleares na região representa uma nova intervenção do Estado com poder de

---

<sup>127</sup>ONG (Organização Não Governamental) alemã, sem fins lucrativos

<sup>128</sup> Pela Constituição Federal, art. 60 e art. 61 não existe PEC de iniciativa popular, apenas Projeto de Lei. Podem apresentar PEC um terço, no mínimo, dos Deputados Federais ou dos Senadores; o Presidente da República; mais da metade das Assembleias Legislativas das unidades da Federação, manifestando-se, cada uma delas, pela maioria relativa de seus membros (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2012). A iniciativa resultou em um abaixo assinado.

desestabilizar a sociedade local, não em função da desocupação de áreas inundadas, mas pelo risco de desocupação em função de um acidente radioativo.

O lago formado em Itaparica 834km<sup>2</sup> de terras férteis distribuídas em sete municípios localizados às margens do rio São Francisco: Petrolândia, Belém do São Francisco, Itacuruba e Floresta, em Pernambuco, e Rodelas, Chorrochó e Glória, na Bahia. Um total de 10.400 famílias sofrem diretamente os efeitos da construção da hidrelétrica (ARAÚJO, M., 1991, p. 172)

Naquela época a população desalojada não acatou com passividade as determinações de desocupação da área inundada. As atuais manifestações contra a instalação de usinas nucleares na região – caminhadas, concentrações – lembram as manifestações da época, mas com uma fundamental diferença. Nos anos 1980, a resistência foi organizada de dentro para fora, isto é, a iniciativa partiu dos vários segmentos da população afetada que se articularam e contaram com a solidariedade de entidades nacionais e internacionais. Desta vez, a iniciativa partiu de organizações nacionais e internacionais que, por motivações diversas mobilizaram a população local contra a construção das usinas.

Em junho de 2012, foi organizada a Marcha das Águas com o tema: **Não queremos usina nuclear em Pernambuco, no Nordeste e no Brasil**. O percurso de 12 km finalizado na cidade de Itacuruba reuniu quase duas mil pessoas. O evento foi organizado pela Articulação Popular São Francisco Vivo, Projeto Cultura de Paz e a Diocese de Floresta e teve o apoio do Mespe, Kindermissionswerk<sup>129</sup>, Cese, Prefeituras e a GRE (Gerência Regional de Educação) Sertão do sub-médio São Francisco - Floresta. A marcha inaugurou cúpula dos povos na Rio+20.

No Ceará, foi criada a Articulação Antinuclear Cearense, composta pelo MST (Movimento dos Sem Terra), pela CPT, pela Caritas Diocesana de Sobral e pelo Tramas (Núcleo Trabalho, Meio Ambiente e Saúde) da UFC (Universidade Federal do Ceará). O grupo realizou em agosto de 2012, a Primeira Jornada Antinuclear Cearense, com depoimentos de representantes das organizações de Caetité. A Articulação teme que se reproduzam em Santa Quitéria, no Ceará os problemas relatados por representantes em Caetité.

---

<sup>129</sup>Kindermissionswerk “Die Sternsinger” é uma obra de assistência à infância de da Igreja Católica na Alemanha. No Brasil, desenvolve três projetos, um deles no sertão de Pernambuco.

Contrariamente ao que ocorreu em Caetité, em Santa Quitéria, a INB está investindo em um trabalho prévio de comunicação com a sociedade local e realizando estudos que atestem as condições radiológicas da região antes da instalação do empreendimento, de modo a inferir os verdadeiros impactos da mineração de fosfato urânio, na região.

### 3.4.2 A defesa da energia nuclear

A controvérsia sobre os riscos da energia nuclear incide apenas em certos usos da energia nuclear como a energia núcleo-elétrica, os testes nucleares e o ciclo do combustível. No entanto, as fontes naturais são responsáveis pela maior parte da dose de radiação recebida pela população.

## APÊNDICE F

As fontes terrestres representam 84% da dose individual média anual de radiação natural (2,4 mSv), enquanto que os raios cósmicos contribuem com 16% (MAZZILLI; MÁDUAR; CAMPOS, 200?). Os níveis de radiação podem variar a depender da região<sup>130</sup>, mas

[...] a utilização de determinados materiais de construção civil, a isolamento térmica dos ambientes, a altitude bem como as viagens de avião também podem aumentar de forma considerável a exposição do homem à radiação natural (MAZZILLI; MÁDUAR, CAMPOS, [200?], p. 14).

O homem é também responsável pela produção de radionuclídeos a partir de matérias primas naturais, em diferentes usos pacíficos da energia nuclear, como na produção núcleo-elétrica, no ciclo do combustível, na medicina, na agricultura ou na indústria. Essas fontes de radiação são denominadas **fontes artificiais**. A dose individual média decorrente de fontes naturais representa 70%, enquanto a radiação resultante de fontes artificiais representa 30% da dose individual média de radiação recebida, das quais 0,006% decorrente da produção núcleo-elétrica (0,0002mSv<sup>131</sup>), 29,3% de diagnóstico médico (1,0 mSv), 0,06% ocupacional (0,002mSv) e 0,3% de explosões nucleares (0,1 mSv) (MAZZILLI; MÁDUAR; CAMPOS, [200?]).

<sup>130</sup> Nos arredores de Poços de Caldas e em Guarapari, por exemplo, são encontrados níveis de radiação acima da média nacional.

<sup>131</sup> O Sievert é uma unidade de grandeza de dose equivalente. corresponde ao antigo (rem) *roentgen equivalente man*. 1 rem corresponde a 10<sup>-2</sup>Sv.

De fontes naturais ou antropogênicas os efeitos da radiação são os mesmos. Em altas doses a radiação pode causar danos severos aos tecidos, em baixas doses pode causar câncer e induzir efeitos hereditários.

O corpo técnico científico do setor nuclear<sup>132</sup> defende os diversos usos da energia nuclear, inclusive a núcleo-elétrica. É consciente dos riscos de acidentes – inerentes a toda atividade humana – mas acredita nos sistemas de segurança e proteção radiológica.

O tema: **energia nuclear**, no que se refere aos riscos não é tratado abertamente com pessoas que não participam diretamente do setor. Esse temor é justificado, pois a distorção na comunicação dos riscos tem efeitos na percepção pública provocando rejeição da tecnologia nuclear, afetando negativamente a imagem do setor e de entidades envolvidas, podendo colocar em risco operações rotineiras, atrasando licenciamentos ou mesmo causando paralisações (para investigação de denúncias) com rebatimentos em toda uma cadeia de decisões e criando ambientes de riscos estratégicos, que podem comprometer inclusive o futuro da indústria nuclear brasileira.

Por cuidados com a comunicação dos riscos físicos para o público externo os integrantes do setor nuclear (APÊNDICE C) tendem a passar uma imagem que minimiza os efeitos negativos da energia nuclear. Os órgãos e empresas que lidam diretamente com a energia nuclear fazem referências a dados sobre mortalidade para ilustrar os riscos da radiação, mas não mencionam os efeitos em logo prazo nos seres humanos. Assim, por exemplo, os danos reais da radiação no acidente de Fukushima teriam sido magnificados pela mídia, pois não ocasionaram nenhum óbito vinculado diretamente à contaminação radioativa. Por outro lado, aludem às vantagens da utilização da energia nuclear em outros usos menos polêmicos como os industriais e na medicina.

Essa preocupação com a comunicação com o público leigo, ocorre há alguns anos no Brasil, desde o acidente radiológico de Goiânia. Pesquisas sobre a percepção pública sobre os riscos físicos, realizadas em centros de pesquisa e universidades vêm sendo apresentadas em congressos; cada entidade tem seu setor de comunicação institucional que

---

<sup>132</sup> Da CNEN, inclusive institutos de pesquisas.

media as informações entre o corpo técnico e o público leigo; cursos sobre fundamentos da energia nuclear, apostilas informativas acessíveis por internet fazem parte das iniciativas para desmistificar a energia nuclear, mas não são capazes de anular os impactos negativos de um acidente.

O acidente de Fukushima gerou um conjunto de efeitos negativos dentro os quais a rejeição à energia núcleo-elétrica, que desencadeou uma mudança de política energética por parte de vários governos. Tais efeitos tiveram desdobramentos na percepção dos riscos da energia nuclear no Brasil, aumentando a rejeição à energia núcleo-elétrica, mas não aos outros usos da energia nuclear, embora os efeitos da radiação sejam os mesmos.

Nos órgãos da administração direta, assim como no legislativo, distinguem-se dois tipos de atores. Os primeiros são tecno-assessorados pela comunidade científica, os segundos são tecnocratas<sup>133</sup> do setor, em cargos da administração direta. O primeiro grupo não é tão comprometido com a bandeira nuclear e é mais suscetível a influências externas. Para este grupo, o acidente de Fukushima abalou a credibilidade na energia nuclear como uma opção segura e modificando a percepção dos riscos. O segundo grupo, assim como o da comunidade técnico-científica do setor nuclear, tem sua percepção do risco definida. Para estes dois grupos, os acidentes nucleares ocorrem em decorrência de falhas – técnicas, humanas, de comunicação, etc. – que devem e podem ser corrigidas. Foi assim em Three Mile Island, Chernobyl e recentemente em Fukushima.

As empresas que participam diretamente do setor nuclear tais como INB e Eletronuclear compreendem hoje a importância de um prévio trabalho de informação sobre a tecnologia nuclear com a população nas localidades de novos empreendimentos nucleares de modo a evitar manifestações antinucleares como ocorre ainda hoje em Caetité, por exemplo. É certo que a eficácia dessa divulgação dependerá do impacto econômico do empreendimento na região, sobretudo no emprego, o que não é percebido claramente pelos respectivos setores de comunicação institucional.

---

<sup>133</sup>Na acepção de Carlos Estevam Martins (MARTINS, 1970).

#### 4 CONCLUSÕES PRELIMINARES

Iniciada como uma pesquisa sobre a percepção dos riscos da energia nuclear no Brasil, este estudo termina por ser uma crítica da racionalidade instrumental do setor, no que ele ficou condicionado por razões que estão além de seus dados técnicos. A realização do trabalho permitiu identificar contradições entre a lógica técnica e os condicionantes da política em que estão tratados assinados e dependência tecnológica.

A valorização do interesse nacional em longo prazo leva a rever sobre uma mesma plataforma crítica as diversas iniciativas em curto prazo. O alerta representado por Fukushima coloca-se no quadro do planejamento da energia indicando a necessidade de melhor informação e compromisso do governo.

Diferentemente do que se havia pensado no início deste trabalho, o setor nuclear brasileiro não ressurgiu a partir da percepção do papel estratégico da energia nuclear para o país. Pelo contrário, permanecem situações contraditórias entre os objetivos institucionais e as condições práticas das políticas de energia. A retomada do programa nuclear brasileiro correspondeu a uma conjunção de fatores externos, que tornaram a indústria nuclear atrativa - nacional e internacionalmente - naquele momento, para diversas áreas do setor produtivo, como energia, mineração, indústria de equipamentos pesados, radioisótopos, indústria naval e da defesa, dentre outras.

O discurso dos integrantes do setor nuclear não exprime a percepção do riscos estratégicos das decisões de política nuclear que afetam a soberania e a autonomia tecnológica e energética. Constata-se uma inibição em emitir opiniões sobre assuntos que extrapolam as atribuições de cada cargo, contudo verifica-se a internalização da noção de eficiência da iniciativa privada, que se tenta transportar para o aparato estatal.

Para o setor, a competitividade internacional almejada pode ser alcançada, internamente, mediante uma flexibilização do controle social do Estado, cuja burocracia é considerada o principal empecilho e, externamente, instituindo medidas para alcançar a credibilidade internacional, como a criação da ARNB e a adequação das normas internas às recomendações da AIEA.

O setor ajusta-se para viabilizar a progressiva entrada do capital privado – nacional e internacional -, que por sua vez enseja a expansão da flexibilização do monopólio do Estado, que começou em 2006 - ao excluir-se do monopólio da União a produção, comercialização e utilização de radioisótopos de vida curta - a outras atividades, como a construção e operação de usinas núcleo-elétricas e mesmo a exploração de materiais sensíveis. Esse processo inicia-se por parcerias público-privadas, de modo a garantir a lucratividade do setor privado por meio de investimentos ou financiamentos públicos.

A preocupação do governo brasileiro com o desenvolvimento tecnológico da energia nuclear acompanha uma priorização do desenvolvimento tecnológico e inovação em geral, que entretanto é um tema à espera de políticas mais eficazes. Neste contexto, o governo pretende alcançar esses objetivos mediante uma cooperação real entre Estado, empresas privadas, universidades e centros de pesquisas. Não se percebem, no entanto, as contradições entre o papel estratégico da tecnologia para o país e as possibilidades reais de avanços tecnológicos em setores estratégicos, controlados pelos países centrais.

Persiste um impasse entre realização de projetos e transferência de tecnologia. A construção de uma política em logo prazo ainda está em aberto. As inovações em outros países continuam sendo fundamentais, destacando-se uma nova etapa na cooperação com a Argentina. Problemas recorrentes de financiamento e formação de pessoal, frutos de políticas de curto prazo dificultam um projeto de autonomia tecnológica.

Os mecanismos que reforçam a dependência tecnológica, como transferências de tecnologia por meio de cooperação internacional, formação no exterior, formação de redes, aquisição de produtos, são considerados por integrantes do setor nuclear, contraditoriamente, meios eficazes de difusão de conhecimento tecnológico que permitem o desenvolvimento rumo a uma crescente autonomia. Esse conhecimento adquirido e a realização de atividades de produção e pesquisa resultam na obtenção de inovações nacionais que podem ser incorporadas pelas empresas transnacionais e institutos parceiros estrangeiros. Além disso, permite um controle internacional do conhecimento tecnológico nacional. Preocupante, quando se trata de tecnologias para uso militar de defesa da soberania, como o submarino nuclear.

A decisão de abdicar da construção e uso de artefatos nucleares – inclusive de baixa potência - e de realizar explosões nucleares, mesmo como teste para a utilização da energia nuclear para fins pacíficos confinou o país a uma posição subordinada diante dos países nuclearmente armados colocando em risco a soberania em caso de conflito. A assinatura do TNP e o Acordo Quadripartite permitem que países nuclearmente armados, como os Estados Unidos, a Rússia ou a China controlem atividades e a contabilidade de materiais sensíveis e reprimam o desenvolvimento tecnológico autônomo.

O acidente nuclear ocorrido em Fukushima no Japão, no início desta pesquisa, teve impactos na percepção dos riscos físicos. Essa percepção foi – ainda está - se modificando, mesmo considerando apenas os diversos discursos pós Fukushima. Embora possa parecer uma linha divisória entre tendências mundiais pró e antinuclear, o acidente japonês, tal como uma crise, irrompe descobrindo as contradições não só da opção nuclear, mas da sociedade de risco.

Em linhas gerais, os diferentes discursos correspondem aos interesses de grupos determinados. Os riscos nucleares tendem a ser minimizados nos discursos da comunidade técnico-científica do setor nuclear, que enfatiza as qualidades dessa tecnologia enquanto os grupos de contestação são propensos a discorrer unicamente sobre seus aspectos negativos.

Os grupos de contestação alegam que os riscos nucleares estão diretamente vinculados ao uso da tecnologia. Argumentam que o único modo de evitar acidentes e a proliferação de armas nucleares, é abdicar da tecnologia nuclear<sup>134</sup>. Os grupos pró nucleares, embora conscientes dos perigos da contaminação radiativa, alegam que os riscos estão sob controle. Defendem que os benefícios do uso da energia nuclear são superiores aos riscos.

O acidente de Fukushima reacendeu a controvérsia dos riscos da energia nuclear, no momento em que se implantava o plano de expansão núcleo-elétrica, que previa a construção de pelo menos mais quatro usinas núcleo-elétricas no país, com a participação de capital estrangeiro e a regulamentação do setor. A estratégia do setor foi a de desviar o debate para outros usos não polêmicos da energia nuclear, em especial o da medicina

---

<sup>134</sup>Para a produção de energia elétrica.

nuclear, enquanto preparam-se as condições propícias para a retomada do plano de expansão.

O setor nuclear desconsidera a percepção pública dos riscos a não ser em situações específicas onde os movimentos de contestação impedem ou dificultam as atividades desenvolvidas. Mesmo nesses casos, opta-se por criar mecanismos, como o Caslon, de modo a garantir coercitivamente o funcionamento de instalações nucleares e o transporte de material nuclear.

A percepção pública dos riscos é julgada um problema quando resulta em rejeição à tecnologia nuclear e quando essa rejeição pode comprometer as atividades ou os planos de expansão. Os trabalhos sobre percepção pública buscam soluções técnicas para minimizar a rejeição. Verifica-se um esforço na divulgação da tecnologia nuclear – museus, visitas técnicas, cartilhas, informações em sites, participação em audiências – salientando as vantagens da energia núcleo-elétrica em relação a outras fontes emissoras de CO<sub>2</sub>, mas não se conjectura a ingerência de facções antinucleares nas decisões de política.

Independentemente da posição prevalecente quanto ao uso ou o abandono da energia nuclear é preciso salientar que renunciar à tecnologia nuclear no Brasil não liberta o país dos riscos físicos. Os riscos nucleares são riscos globalizados pois ultrapassam as fronteiras do Estado-nação. Um acidente em um reator na Rússia ou no Japão ou a explosão de um artefato nuclear pelos Estados Unidos podem ter efeitos na população brasileira, através precipitações radioativas ou incorporação de radionuclídeos pela cadeia alimentar, por exemplo.

Radionuclídeos de fontes artificiais, como explosões de artefatos nucleares, acidentes em reatores ou a liberação de rejeitos na natureza ocorridos no passado foram incorporados ao meio ambiente e continuam - a depender da meia-vida - constituindo riscos físicos para a humanidade, mesmo quando não se podem provar relações causais entre a exposição à radiação e a mortalidade em decorrência de câncer.

O abandono mundial de todos os usos da energia nuclear não isenta a humanidade dos riscos de contaminação radiativa, que também decorrem de fontes naturais ou de materiais e práticas não relacionados à tecnologia nuclear, como a emissão de radônio pelas

paredes de uma casa, ou a radioatividade das cinzas pela queima de lenha e carvão, para os quais não existem políticas de proteção.

A desativação da indústria nuclear vai diminuir a probabilidade de riscos por acidentes mas cria um dilema: Quem ficará responsável pela guarda e arcará com os custos de gerenciamento de rejeitos já produzidos?

Não se trata aqui de defender ou condenar o uso da tecnologia nuclear mas de apresentar a apropriação histórica da energia nuclear, que resulta em riscos estratégicos e físicos. As questões levantadas neste estudo pretendem incitar o leitor a tomar suas próprias conclusões contribuindo para uma nova percepção dos riscos nucleares no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Marcelo de Paiva (org.). **A ordem do progresso: cem anos de política econômica republicana: 1889 -1989**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

ADAMS, John. **Risco**. São Paulo: SENAC, 2009.

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE. **La radioprotection aujourd'hui et la voie du développement durable**. Paris: OECD, 2007. Disponível em: <<http://www.oecd-nea.org/rp/reports/2007/nea6166-radioprotection.pdf>>. Acesso em: 13 ago 2011.

AGÊNCIA BRASIL-ARGENTINA DE CONTABILIDADE E CONTROLE DE MATERIAIS NUCLEARES. **A criação da ABACC**. [ca2011]. Disponível em: <[http://abacc.org/port/abacc/abacc\\_historia.htm](http://abacc.org/port/abacc/abacc_historia.htm)>. Acesso em: 5 dez 2011.

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

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Escala Internacional INES**. Disponível em:

<<http://www.apambiente.pt/politicasambiente/emergenciasradiologicas/tiposemergencias/INES/Paginas/default.aspx>>. Acesso em : 17 jan 2012.

ALMEIDA, Rômulo Barreto. Traços da história econômica da Bahia no último século e meio. **Planejamento** 5 (4): 19-54, out-dez, 1977. Salvador: CPE, 1977.

ALMEIDA, Silvio Gonçalves de. **Controle de material nuclear**. (Minicurso). Campinas: Unicamp, 2012.

ALVES, Rex Nazaré. **Relatório do acidente radiológico em Goiânia**. Apresentado à CPI do Senado federal em 18 de março de 1988. Disponível em: <[http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/19/076/19076677.p](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/19/076/19076677.p)>. Acesso em: 15 jan 2012.

ALVIM, Carlos Feu. O Brasil e o Protocolo Adicional ao Acordo de Salvaguardas. **Economia & Energia**. n. 43, mar-abr 2004. Disponível em: <[http://ecen.com/eee43/eee43p/protocolo\\_adc.htm](http://ecen.com/eee43/eee43p/protocolo_adc.htm)>. Acesso em 5 dez 2011.

ALVIM, Carlos Feu et al. A energia nuclear no cenário de trinta anos. **Estudos Avançados**. v. 21, n. 59, jan-abr, 2007, p.197-220. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, 2007.

ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de. Conflitos políticos no caminho da autonomia nuclear brasileira. In: Associação Nacional de História – Anpuh. **XXIV Simpósio Nacional de História – 2007** Disponível em: <<http://snh2007.anpuh.org/resources/content/anais/Ana%20Maria%20Ribeiro%20de%20Andrade.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2011.

ARAÚJO, Maria Lia Corrêa de. Adaptação e resistência em Itaparica. **Cadernos de Estudos Sociais**. v.7, n.2, p. 167-186, jul-dez, 1991. Recife: Fundaj, 1991.

ARAÚJO, Rodrigo Nabuco de. A influência francesa dentro do exército brasileiro (1930-1964): declínio ou permanência? **Revista Esboços**. vol. 15, n. 20, pp. 245-276. Florianópolis: UFSC, 2008.

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

\_\_\_\_\_. **Os custos da construção nuclear**. São Paulo: DCI, 2009.

ATOMIC ENERGY COMMISSION. **WASH-1400** (NUREG 75/014). Washington: AEC, 1975.

\_\_\_\_\_. **Legislative history of the Atomic Energy Act of 1946**. Washington: Headquarters Library, 1965.

AYOUB, Jamil Mahmoud S. **Estudo de diferentes rotas de preparação de óxidos binários de tório e urânio**. São Paulo: IPEN, 1999.

BAHIA. **Constituição do Estado da Bahia de 1989**. Salvador: EGBA, 1999.

BANDEIRA, Luiz Alberto Moniz. **As relações perigosas: Brasil - Estados Unidos**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

BARBOSA, Denis Borges. **Inexigência de motivação para as exceções previstas no artigo XXI do Acordo geral no âmbito da OMC**. Importação de lítio. Disponível em: <<http://denisbarbosa.addr.com/litio.pdf>>. (200?) Acesso em: 1 abr 2012.

BARBOSA, Saulo da Matta V. **Governistas derrubam PEC do urânio na CCJ da Câmara**. (Nota de imprensa). Brasília: Assessoria Parlamentar da ABDI, 2008.

BATAILLE, Christian; REVOL, Henri. **Rapport sur les incidences environnementales et sanitaires des essais nucléaires effectués par la France entre 1960 et 1996 et éléments de comparaison avec les essais des autres puissances nucléaires**. Paris: Assemblée nationale, 2001. Disponível em: <<http://www.assemblee-nationale.fr/legislatures/11/pdf/rap-oecst/i3571.pdf>>. Acesso em: 17 dez 2011.

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, vol. IV, p. 19-64.

BECK, Ulrich. **La sociedad del riesgo mundial**. Barcelona: Paidós, 2008.

\_\_\_\_\_. **La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad**. Barcelona: Paidós, 1998.

BEIRAN, Josexto (org.). **Las consecuencias perversas de la modernidad: modernidad, contingencia y riesgo**. Barcelona; Anthropos, 1996.

BERNIER, Sandrine C. **Perceptions des risques industriels et nucléaires: enjeux, négociations et construction sociale des seuils d'acceptation des risques**. (Tese de doutorado). Tours: Université François Rabelais, 2007.

BIASI, Renato de. **A energia nuclear no Brasil**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1979.

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 de mestrado). Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2002.

BRASIL. Lei nº 12.706 de 8 de agosto de 2012. Autoriza a criação da empresa pública Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. – Amazul e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: 9 ago 2012. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112706.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112706.htm)>. Acesso em: 11 ago 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.703 de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 19 dez 2008.

\_\_\_\_\_. **Proposição: PEC 171/2007**. (2007a). Disponível em <<http://www2.camara.gov.br/proposicoes>>. Acesso em: 22 out 2011.

\_\_\_\_\_. **Proposição: PEC 122/2007**. (2007b). Disponível em <<http://www2.camara.gov.br/proposicoes>>. Acesso em: 22 out 2011.

\_\_\_\_\_. Emenda Constitucional n 49 de 8 de fevereiro de 2006. Altera a redação da alínea b e acrescenta alínea c ao inciso XXIII do caput do art. 21 e altera a redação do inciso V do caput do art. 177 da Constituição Federal para excluir do monopólio da União a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos de meia-vida curta, para usos médicos, agrícolas e industriais. Brasília, **Diário Oficial da União**, 9 fev 2006.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 2.648, de 1º de julho de 1998. Promulga o Protocolo da Convenção de Segurança Nuclear, assinado em Viena, em 20 de setembro de 1994. **Diário Oficial da União**. Brasília: 2 jul 1988, n. 2648. Brasília: 1998.

\_\_\_\_\_. **Tratado para a Proscrição de Armas Nucleares na América Latina**. Disponível em : <[http://pfdc.pgr.mpf.gov.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/legislacao/segurancapublica/tratado\\_tlatelolco\\_armasnucleares.pdf](http://pfdc.pgr.mpf.gov.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/legislacao/segurancapublica/tratado_tlatelolco_armasnucleares.pdf)>. 1994. Acesso em 5 dez 2011.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 0-0001 de 5 de janeiro de 1994. Autoriza a INB a incorporar suas controladas NUCLEI, URÂNIO E NUCLEMON. **Diário Oficial da União**. Brasília: 6 jan 1994.

\_\_\_\_\_. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União** de 5 de outubro de 1988. 1988a.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 96.622 de 31 de agosto de 1988. Autoriza a constituição de subsidiária de Indústrias Nucleares do Brasil S.A. INB e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: 1 set 1988. Brasília: 1988b.

\_\_\_\_\_. 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, 1º set 1988c.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 90.398 de 7 de novembro de 1984. Autoriza a NUCLEBRÁS a incorporar a sua subsidiária NUCON. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 16389. Brasília: 8 nov 1984.

\_\_\_\_\_. Lei nº 5.740 de 1º de dezembro de 1971. Autoriza a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a constituir a sociedade por ações Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - C.B.T.N., e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: 2 dez 1971.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 51.726, de 19 de fevereiro de 1963. Aprova o Regulamento para

execução da Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. **Diário Oficial da União**. Brasília: 21 fev 1963.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 47.574 de 31 de dezembro de 1959. Cria na Comissão Nacional de Energia Nuclear a Superintendência do Projeto Mambucaba, e dá outras providências.

**Diário Oficial da União**. Rio de Janeiro: 05 jan1960, p. 123.

\_\_\_\_\_. Programa de Metas do presidente Juscelino Kubitschek. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1958.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 42.155, de 27 de agosto de 1957**. Promulga o Estatuto da Agência Internacional de Energia Atômica, assinado na Sede das Nações Unidas, em Nova York, em 29 de outubro de 1956. Disponível em: <<http://www2.mre.gov.br/dai/aiea.htm>>. Acesso em: 8 jan 2012.

\_\_\_\_\_. 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 de out 1956, seção 1, p. 19305.

\_\_\_\_\_. Lei 1.310 de 15 de janeiro de 1951. Cria o Conselho Nacional de Pesquisas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: 16 jan 1951.

\_\_\_\_\_. Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil de 1934. **Diário Oficial** de 16 de julho de 1934. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao34.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao34.htm)>. Acesso em: 28 nov 2011.

BRÜSEKE, Franz Josef. **Risco Social, Risco Ambiental, Risco Individual**. Manaus: NAEA, 2006.

CABRAL, Anya. **Energia nuclear para o Brasil**. (Monografia de graduação). Salvador: UNIFACS, 2009.

CABRAL, Regis. International Politics and the Development of the Exact Sciences in latin America. In: SALDAÑA, Juan José. **Science in Latin America: a history**. p. 241-256. Austin: University of Texas Press, 2006.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Proposta de Emenda Constitucional**. Disp <<http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/processo-legislativo/fluxo/pec>>. Acesso em: 5 out 2012.

CAMARGO, Guilherme. **O fogo dos deuses: uma história da energia nuclear**. Pandora 660aC-1979. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

CARDOSO, Elezior de Moura. **Aplicações da energia nuclear**. Disponível em: <[www.CNEN.org.br](http://www.CNEN.org.br)>. Acesso em: 17 jan 2012.

CARDOSO, Fernando Henrique. **Ideologías de la burguesia industrial em sociedades dependientes** (Argentina y Brasil). México: Siglo XXI, 1971.

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

CAVARAGNI FILHO, Geraldo Lesbat. **P&D militar: avaliação e perspectivas**. Campinas: Unicamp, 1993.

CENERINO, Gérard. **Accidents graves des réacteurs à eau de production d'électricité**. Fontenay aux Roses: IRSN, 2008.

CENERINO, Gérard et al. **Three Mile Island (Etats Unis)**. Fontenay aux Roses: IRSN, 2009.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: CGEE, 2010.

CERVO, Amado Luiz; BUENO, Clodoaldo. **História da política exterior do Brasil**. Brasília, UnB, 2010.

CHAMBRETTE, V.; HARDY, S.; NÉNOTI, J.C. Les accidents d'irradiation. Mise en place d'une base de données "ACCIRAD" à l'IPSN. **Radioprotection**. v. 36, n. 4, p. 477-510, 2001.

COALIZÃO POR UM BRASIL LIVRE DE USINAS NUCLEARES. **Quem somos**. Disponível em: <<http://www.brasilcontrausinanuclear.com.br>>. Acesso em: 29 set 2012.

COMISSÃO DE CONSTITUIÇÃO E JUSTIÇA E DE CIDADANIA. **Voto em separado do Deputado José Genoíno à PEC 171/2007**- que acrescenta o parágrafo único ao art. 21, e o parágrafo 5º ao art. 177 da Constituição Federal, de forma a permitir que empresas privadas possam atuar na pesquisa e lavra de minérios e minerais nucleares e seus derivados, flexibilizando o monopólio da União. Brasília: Câmara dos Deputados, 2008.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Matéria Prima**: autorizações e registros. Disponível em: <<http://www.CNEN.gov.br/seguranca/lfc/acr-matprima.asp>>. Acesso em: 1 abr 2012.

\_\_\_\_\_. Resolução 6/67. **Diário Oficial**. 1967.

\_\_\_\_\_. Resolução 1/63 de 9 de janeiro de 1963. **Diário Oficial**. Página 8, seção 2, de 8 de abril de 1963.

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

CRICK, Malcom. La conférence internationale Dix ans après Tchernobyl: récapitulation des conséquences de l'accident. **AIEA Bulletin**, n. 383, mar 1996, pp. 17-23. Viena: AIEA, 1996.

CRUZ, Veronica. Estado e regulação: fundamentos teóricos. In: RAMALHO, P. I. Sebba (Org.). **Regulação e Agências Reguladoras**: governança e análise de impacto regulatório.

Brasília: Anvisa, 2009.

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 de mestrado) - Programa de Pós Graduação em Estudos Estratégicos, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.

DENIS-LEMPEREUR, Jacqueline. Les "Tchernobyl" sous-marins. **Science & Vie**, n.892, jan 1992.

DEVRON-MOLLARD, Eric. **La représentation du risque autour du centre nucléaire de Valduc.** Valduc: Conseil Regional de Bourgogne, 2006.

DOROZYNSKI, Alexandre; CAMBELL, Petra. Le scandale des cobayes humains. **Science & Vie** n. 917, fev 1994. Disponível em: <[http://atomicsarchives.chez.com/cobaye\\_humains.html](http://atomicsarchives.chez.com/cobaye_humains.html)>. Acesso em: 14 dez 2011.

DOUGLAS, Mary; WILDAVSKY, Aaron. **Risk and culture:** an essay on the selection of technological and environmental dangers. Berkeley: University of California, 1982.

DUCO, Jacoués. Accidents nucléaires. Kyshtym (URSS). **Techniques de l'ingénieur**, Paris, (199?).

EAGLETON, Terry. **Ideologia.** Uma introdução. São Paulo: UNESP/Boitempo, 1997.

EISENHOWER, Dwight D. **Atoms for Peace.** Address by Mr. Dwight D. Eisenhower, President of the United States of America, to the 470th Plenary Meeting of the United Nations General Assembly. New York: ONU, 1953. Disponível em: <[http://www.iaea.org/About/history\\_speech.html](http://www.iaea.org/About/history_speech.html)>. Acesso em: 7 jan 2012.

ELETRONUCLEAR. **Angra 1.** 2011a. Disponível em: <[http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas\\_respostas/perguntas\\_respostas.php?id\\_categoria=1&id\\_subcategoria=3](http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=1&id_subcategoria=3)>. Acesso em 12 out 2011.

\_\_\_\_\_. **Angra 2.** 2011b. Disponível em: <[http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas\\_respostas/perguntas\\_respostas.php?id\\_categoria=2&id\\_subcategoria=3](http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=2&id_subcategoria=3)>. Acesso em: 12 out 2011.

\_\_\_\_\_. **Angra 3.** 2011c. Disponível em: <[http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas\\_respostas/perguntas\\_respostas.php?id\\_categoria=3&id\\_subcategoria=9](http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=3&id_subcategoria=9)>. Acesso em: 16 out 2011.

\_\_\_\_\_. **Panorama da energia nuclear no mundo.** Edição novembro de 2011. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/LinkClick.aspx?fileticket=GxTb5TAen5E%3D&tabid=297>>. Acesso em: 3 jun 2012a.

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](http://my.epri.com/portal/server.pt?open=512&objID=200&mode=2&in_hi_userid=228202&cached=true)>. Acesso em: 17 out 2011.

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

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Energia 2030.** Brasília: MME/EPE, 2007.

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **O maior acidente radiológico do planeta.** 2004. Disponível em: <[http://www.fcf.usp.br/Ensino/Graduacao/Disciplinas/LinkAula/MyFiles/acidente\\_raologico-Goiania.htm](http://www.fcf.usp.br/Ensino/Graduacao/Disciplinas/LinkAula/MyFiles/acidente_raologico-Goiania.htm)>. Acesso em: 16 jan 2012.

FISCHER, David. **History of the International Atomic Energy Agence:** the first forty years. Viena, AIEA, 1997.

FONSECA, Antonio Sergio Almeida. **Exposição crônica à radiação ionizante:** realidade ou fantasia. A construção de um protocolo para avaliação. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2009.

FONTELES, Helano Regis da Nóbrega. Zircônio. In: DEPARTAMENTO NACIONAL

DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral 2011**. Brasília: DNPM/DIPLAM, 2011. Disponível em:

<[sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=63](http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=63)>.

Acesso em: 1 abr 2012.

GABEIRA, Fernando. **Goiânia, rua 57**. O nuclear na terra do sol. Disponível em: <[www.gabeira.com](http://www.gabeira.com)>, sd. Acesso em: 20 set 2012.

GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Portaria nº 31/GSIPR de 26 de março de 2012. Cria o Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro - CASLON. **Diário Oficial da União**. Brasília, 27 mar 2012, seção 2.

GAGARINSKI, Andrei; IGNATIEV, Victor; DEVELL, Lennart. **Design and properties of marine reactors and associated R&D**. Suécia: Studsvik Eco & Safety AB, 1996.

GARCIA, Eugenio Vargas (Org.). **Diplomacia brasileira e política externa: documentos históricos 1493-2008**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

GARCIA, Ivan Jorge. Lítio. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL -DNPM. **Sumário Mineral 2011**. Brasília: DNPM/DIPLAM, 2011. Disponível em:

<[sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=6350](http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=6350)>.

Acesso em: 1 abr 2012.

GARCIA, João C. V. e ROCHA FILHO, A. (Orgs.). **Renato Archer: Energia atômica, soberania e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

GARRAUD, Philippe. Politique électro-nucléaire et mobilisation : la tentative de constitution d'un enjeu. **Revue française de science politique**. Ano 29, n. 3, 1979, p. 448-474. Disponível em:

<[www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rfsp\\_00352950\\_1979\\_num\\_29\\_3\\_](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rfsp_00352950_1979_num_29_3_)>.

Acesso em: 12 jan 2012.

GERMAIN, Jean-René. Les espions avaient donné les plans de la bombe russe. **Science & Vie**, n.901, out 1992.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

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

GODARD, Olivier; LOCHARD, Jacques. **L'histoire de la radiprotection**, un antécédent du principe de la précaution. Paris: Ecole Polytechnique, 2005.

GOLDEMBERG, José. **Os riscos da energia nuclear**. Acesso em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=41&id=493>>. Acesso em: 28 out 2010.

GOMES, Antonio Claret S. et al. **O setor elétrico**. 2011. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro\\_setorial/setorial14.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_setorial/setorial14.pdf)>. Acesso em: 11 out 2011.

GONÇALVES, Everaldo. **Geologia econômica e recursos minerais**. Rio de Janeiro: Carto-Gráfica Cruzeiro do Sul, 1976.

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

GONÇALVES JÚNIOR, Dorival. **Reformas na indústria elétrica brasileira: A disputa pelas “fontes” e o controle dos “excedentes”**. (Tese de doutorado). São Paulo: USP, 2007.

GONZÁLEZ, Abel J. Tchernobyl: dix ans après. **AIEA Bulletin**, n. 383, mar 1996, pp. 2-13.

GRAMSCI, Antonio. **Maquiavel, a política e o Estado moderno**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.

GREENPEACE. **O ciclo do perigo: Impactos da produção nuclear no Brasil**. São Paulo: Greenpeace, 2008. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2008/10/ciclo-do-perigo.pdf>>. Acesso em: 10 set 2012.

GRIPPI, Sidney. **Energia nuclear: os bastidores do programa nuclear brasileiro e seus reflexos na sociedade e na economia nacional**. Rio de Janeiro : Interciência, 2006.

GRUPO DE ESTUDO DA POLÍTICA DE ENERGIA NUCLEAR. **Energia nuclear: Problemas e opções**. São Paulo : Cultrix, 1978.

GUILHERME, Olympio. **O Brasil e a era atômica**. Rio de Janeiro : Editorial Vitória, 1957.

GUIMARÃES, Samuel Pinheiro. Capital nacional e capital estrangeiro. **Estudos Avançados**. vol. 14, n. 39, mai-ago 2000. São Paulo : USP, 2000.

GUIRAUD, Pierre. **Dictionnaire des étymologies obscures**. Paris: Payot, 2006.

GUIVANT, Julia S. A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da teoria social. **Revista brasileira de informações bibliográficas- ANPOCS**. N. 46, p.3-38, 1998.

HARSTE, Gorm. **Linking political systems and war systems—systemic risks, paradoxes and blind spots**. 2009. Disponível em: <<http://forumonpublicpolicy.com/spring09papers/archivespr09/harste.pdf> >. Acesso em: 10 ago 2011.

\_\_\_\_\_. Une théorie kantienne de la société du risque. Niklas Luhmann et la globalisation du système militaire. *Mitwelt*, 5 jun 2010, Disponível em: <<http://mitwelt.ways.org/fr/content/luhmann-et-la-globalisation>>. Acesso em: 10 ago 2011.

HOBBSAWM, Eric. **A era dos extremos: O breve século XX: 1914-1991**. São Paulo: Companhia da Letras, 1995.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Perguntas frequentes**. 2012b. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/pt-br/LeiAcesso/FAQ.pdf>>. Acesso em 9 jun 2012.

\_\_\_\_\_. **Urânio** - mais energia para o desenvolvimento do País. 2012a. Disponível em: <[http://www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/Interna2.aspx?secao\\_id=4](http://www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/Interna2.aspx?secao_id=4)>. Acesso em: 1 abr 2012.

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET SURETE NUCLEAIRE. **Tchernobyl, 25 ans après**. Fontenay-Aux-Roses : IRSN, 2011a.

\_\_\_\_\_. **Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité**. 2011b. Disponível em: <<http://www.irsn.fr/FR/IRSN/publications/barometre/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 15 jan 2012.

\_\_\_\_\_. **Les essais atmosphériques d'armes nucléaires**: des retombées radioactives à l'échelle planétaire. (fiche information). Fontenay-Aux-Roses: IRSN, 2009.

INSTITUTO DE MEDICINA NUCLEAR. **Sobre medicina nuclear**. 2009. Disponível em: <<http://www.imn-ce.com.br/sobre/index.htm>>. Acesso em: 22 out 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS NUCLEARES. **Produção de radioisótopos e radiofármacos na CNEN**: crise mundial de molibdênio-99. 2009. Disponível em: <[https://www.ipen.br/conteudo/upload/200907291658270.ipen\\_reuniao\\_molibdenio\\_29072009.pdf](https://www.ipen.br/conteudo/upload/200907291658270.ipen_reuniao_molibdenio_29072009.pdf)>. Acesso em: 20mar 2012.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Research Reactor Data Base (RRDB)**. Disponível em: <[www.iaea.org/worldatom/rrdb](http://www.iaea.org/worldatom/rrdb)>. Acesso em: 8 jan 2012. 2012a.

\_\_\_\_\_. **INES**: The International Nuclear and Radiological Event Scale. Disponível em: <<http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/ines.pdf>>. Acesso em 17 jan 2012. 2012b.

\_\_\_\_\_. **Nuclear Power Reactor in the World**. 2011 Edition. Viena: IAEA, 2011a.

ITAMARATY. Grupo de Supridores Nucleares. **Press releases**. Nota n. 237 de 21 de junho de 2011. Disponível em : <<http://www.itamaraty.gov.br/sala-de-imprensa/notas-a-imprensa/grupo-de-supridores-nucleares>>. Acesso em : 10 dez 2011.

JACOBI, Pedro. Movimento ambientalista no Brasil. Representação social e complexidade da articulação de práticas coletivas. In : **Patrimônio Ambiental**. São paulo : Edusp, 2003.

JOHNSON, John W. **Insuring against disaster** : the nuclear industry on trial. Macon, Georgia : Mercer University Press, 1986.

KASPERON, R. E. et al. The social amplification of risk: A conceptual framework. **Risk analysis**. vol.8, n.2, pp.177-87, SRA, 1988.

KENNEDY, Paul. **Ascensão e queda das grandes potências**: transformação econômica e conflito militar de 1500 a 2000. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

KIIPPER, Felipe de Moura; IMAKUMA, Kengo. **Estudo da Percepção Pública em relação às Instalações Nucleares**. Apresentação Power Point. (2010) Disponível em: <[gescon.ipen.br/recursos/seminapres/apresentacoes/percepcao-de-risco](http://gescon.ipen.br/recursos/seminapres/apresentacoes/percepcao-de-risco)>. Acesso em: 28 out 2010.

KNIGHT, Frank. **Risk, uncertainty and profit**. New York: Harper& Row, 1965.

KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticos no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

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.

LUHMANN, Niklas. **Sociología del riesgo**. Guadalajara: Universidad Iberoamérica, 1992.

\_\_\_\_\_. El concepto de riesgo. In: BEIRAN, Josexto (Org.). **Las consecuencias perversas de la modernidad: modernidad, contingencia y riesgo**. Barcelona; Anthropos, 1996a.

\_\_\_\_\_. El futuro como riesgo. In: BEIRAN, Josexto (org.). **Las consecuencias perversas de la modernidad: modernidad, contingencia y riesgo**. Barcelona; Anthropos, 1996b.

MAGNE, Laurent. **Histoire sémantique du risque et de ses corrélats: suivre le fil d'Ariane étymologique et historique d'un mot clé du management contemporain**. Paris: Université Paris-Dauphiné, 2006.

MALHEIROS, Odete M. A integração bilateral Brasil-Argentina: tecnologia nuclear e Mercosul. **Revista Brasileira de Política Internacional**. vol. 41, n.1, Brasília, Janeiro-Junho de 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-73291998000100001&script=sci\\_arttext&tlng=en#nt14](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-73291998000100001&script=sci_arttext&tlng=en#nt14)>. Acesso em 22 jul. 2011.

MARQUES, José Paulo Mansur. **A indústria de sais de lítio no Brasil: estudo da implantação de uma indústria mineral pioneira no país**. Campinas: UNICAMP, 1996.

MARTINS, Carlos Estevam. **Revista de Administração de Empresas**. v.10, n. 2, p. 39-66. Rio de Janeiro: FGV, 1970.

MARTINS, Jader Benuzzi. **A história do átomo: de Demócrito aos quarks**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2001.

MAZZILLI, Barbara, P.; MÁDUAR, Marcelo F.; CAMPOS, Márcia P. **Radioatividade no meio ambiente e avaliação de impacto radiológico ambiental**. São Paulo: IPEN, 2007.

MEDEIROS, Tharsila Reis de. **Entraves ao Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear no Brasil: dos primórdios da era atômica ao Acordo Nuclear Brasil-Alemanha**. (Dissertação de mestrado). Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2005.

MÉSZÁROS, István. **O poder da ideologia**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2004.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Estratégia Nacional de Defesa**. 2008. Disponível em: <[http://www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia\\_defesa\\_nacional\\_portugues.pdf](http://www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf)>. Acesso em: 23 mar 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **A mineração brasileira**. Perfil da zirconita. Relatório Técnico 49. 2009. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_mineracao\\_brasileira/P28\\_RT49\\_Perfil\\_da\\_Zirconita.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P28_RT49_Perfil_da_Zirconita.pdf)>. Acesso em: 2 abr 2012.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME/EPE, 2007.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 980, de 21 de dezembro de 2010. Autoriza a celebração de Contrato de Energia de Reserva – CER, na modalidade por quantidade de energia elétrica entre a Eletrobrás termonuclear S.A – ELETRONUCLEAR e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE para contratação de até 1.184 Megawatt-médios de Energia de Reserva proveniente da Usina Termonuclear Angra 3. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p.139, v. 147, n. 243. Brasília, 23 dez 2010.

MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Mapeamento das Ações Orçamentárias Integrantes da Lei Orçamentária para 2012**. Disponível em: <[https://www.portalsof.planejamento.gov.br/sof/cadacao\\_2012/2059.pdf](https://www.portalsof.planejamento.gov.br/sof/cadacao_2012/2059.pdf)>. Acesso em: 31 mar 2012.

\_\_\_\_\_. **Orçamentos da União. Exercício Financeiro 2012**. Projeto de Lei Orçamentária. Brasília: MPOG, 2011.

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

\_\_\_\_\_. **Condenados ao sub-desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

MOLAK, Vlasta. **Fundamentals of risk analysis and risk management**. New York: Lewis Publishers, 1997.

MONGELLI, Sara Tânia. **Geração Núcleo elétrica: retrospectivas, situação atual e perspectivas futuras**, (Dissertação de mestrado). São Paulo: IPEN, 2006.

MONTELEONE NETO, Roque. Política, tecnologia e bens sensíveis. **Revista Inovação**. Campinas: UNICAMP, 2004.

MOURA, Clóvis. Escravidão, colonialismo, imperialismo e racismo. **Afro-Ásia**, n.14, pp.124-137. São Paulo: IBEA, 1983.

MOVIMENTO ECOSSOCIALISTA DE PERNAMBUCO. **Manifesto Ecosocialista de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.mespe.com.br/profiles/blogs/manifesto-ecossocialista-de>>. Acesso em: 2 out 2012.

NITSCH, Manfred. O programa de biocombustíveis Proalcool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista de Economia Política**. vol 11, n.2 (42), abr-jun 1991.

PADILHA, Angelo Fernando. **O papel da CNEN no uso seguro das instalações nucleares radioativas**. (Apresentação em Power Point). Rio de Janeiro: TCU, 2011.

PEDRÃO, Fernando. **A política das relações internacionais**. Curitiba: Appris, 2012.

\_\_\_\_\_. **A economia social do ambiente**. (no prelo), 2011.

\_\_\_\_\_. **Uma perspectiva histórica das relações internacionais**. Salvador: (não publicado), 2009.

\_\_\_\_\_. **Raízes do capitalismo contemporâneo**. São Paulo: Hucitec/Salvador; Edufba, 1996.

\_\_\_\_\_. **Raízes da pobreza na Bahia**. Salvador: Centro de Estudos Baianos, 1985.

PEREIRA, Elaine C. **Risco e vulnerabilidade socioambiental: o depósito definitivo de rejeitos radioativos ”na percepção dos moradores de Abadia de Goiás**. (Dissertação de mestrado). Goiânia: UFG, 2005.

PEREIRA, Elaine C.; SOUZA, Marta Rovey de. **Interface entre risco e população**. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambu: 2006.

PEREIRA JÚNIOR, Rui Fernandes. Nióbio. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral 2011**. Brasília: DNPM/DIPLAM, 2011.

Disponível em:  
<[sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=60](http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=60)>.  
Acesso em: 1 abr 2012.

PHARABOD, Jean-Pierre; SCHAPIRA, Jean-Paul. **Les jeux de l'atome et du hasard**. Paris: Calmann-Lévy, 1988.

PLATAFORMA BRASILEIRA DE DIREITOS HUMANOS, ECONÔMICOS, SOCIAIS, CULTURAIS E AMBIENTAIS. **Relatório da missão Caetité: Violações de direitos humanos no ciclo do nuclear**. 2011. Disponível em:  
<[http://www.dhescbrasil.org.br/attachments/499\\_Dhesca%20Brasil%20-%20Missao%20Caetite%20-%20Meio%20Ambiente%20-%202011.pdf](http://www.dhescbrasil.org.br/attachments/499_Dhesca%20Brasil%20-%20Missao%20Caetite%20-%20Meio%20Ambiente%20-%202011.pdf)>. Acesso em: 11 set 2012.

PRADIER, Pierre-Charles. **La notion de risque en économie**, Paris, La Découverte, 2006.

RASMUSSEN, Norman C.; et al. **Reactor safety study**. An assessment of accident risks in U.S. commercial nuclear power plants. executive Summary. Washington: Nuclear Regulatory Commission, 1975.

REDE BRASILEIRA DE JUSTIÇA AMBIENTAL. **Mapa da injustiça ambiental e saúde no Brasil**. Disponível em: <<http://www.justicaambiental.org.br>>. Acesso em: 27 set 2012.

RHODES, Richard. **The making of the atomic bomb**. New York: Simon & Schusters Paperbacks, 1986.

ROEPER, Sandro J. K. Estratégias de desenvolvimento no 2º governo Vargas (1951-1954) sob a ótica da EPSM (Economia Política dos Sistemas Mundo). In: **I Colóquio Brasileiro em Economia Política dos Sistemas Mundo**. 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**. v. 2. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

SACRAMENTO FILHO, Alcebiades Lopes. Berílio. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral 2011**. Brasília: DNPM/DIPLAM, 2011. Disponível em: <[sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=60](http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=60)>. Acesso em: 1 abr 2012.

SALLES, Dagoberto. **As razões do nacionalismo**. São Paulo, Fulgor, 1859.

\_\_\_\_\_. **Energia atômica: o inquerito que abalou o Brasil**. São Paulo, Fulgor, 1858.

SANTOS, Ivan. **Descomissionamento de uma usina de produção de hexafluoreto de urânio**. (Tese de doutorado). São Paulo: IPEN-USP, 2008.

SHIMABUKURU, Alessandro. **A política de segurança dos Estados Unidos no pós-guerra fria**. (Dissertação de mestrado). Campinas: UNICAMP, 2005.

SILVA, Marcos Valle Machado da. **O Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares e a inserção do Estado brasileiro no regime dele recorrente**. (Dissertação de mestrado). Rio de Janeiro: UERJ, 2010.

SILVA, Othon L. P. da. As inspeções nucleares no Brasil e o mictório público francês. **Economia & Energia**. Ano VIII, n. 44, maio-junho 2004. Disponível em: <[http://www.ecen.com/eee44/eee44p/ecen\\_44p.htm](http://www.ecen.com/eee44/eee44p/ecen_44p.htm)>. Acesso em: 28 mai 2012.

SJÖBERG, Lennart et al. Tanning and risk perception in adolescents. **Health Risk and Society**. Vol.6, n.1, pp.81-95, 2004.

SLOVIC, Paul. **The perception of risk**. Londres: Earthscan, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA – SBPC. Ata do Simpósio sobre a utilização da energia atômica para fins pacíficos no Brasil. primeira reunião 25/04/1956. **Cadernos SBPC**. São Paulo: SBPC, 2006.

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

TAKAHASHI, Sérgio Y. **Estudo comparativo da relação custo e benefício dos métodos de produção de  $^{99}\text{Mo}$** : Fissão de  $^{235}\text{U}$  e reação de captura neutrônica no  $^{98}\text{Mo}$ . (Dissertação de mestrado). São Paulo: IPEN/USP, 2004.

TAVARES, Armando Dias Jr.; TAVARES, Marília. **Alguns antecedentes da física e da energia nuclear no Brasil - 1940-1960**. 2005. Disponível em: <[http://armandodias-tavares.multiply.com/journal/item/1?&show\\_interstitial=1&u=%2Fjournal%2Fitem](http://armandodias-tavares.multiply.com/journal/item/1?&show_interstitial=1&u=%2Fjournal%2Fitem)>. Acesso em: 10 dez 2011.

THOMPSON, M; ELLIS, R.; WILDAVSKY, A. **Cultural Theory**. Oxford: West View, 1990.

TOURAINÉ, Alain. Réactions antinucléaires ou mouvement antinucléaire. **Sociologie et sociétés**. v.13, n.1, 1981, p.117-130. Montréal: Université de Montréal, 1981.

TRAVASSOS, Roberto C. A. Angra 3: Situação do empreendimento & visão atual das obras. Apresentação em *Power Point*. In: **3º Seminário Nacional de Energia Nuclear**. Rio de Janeiro, 9 de fevereiro de 2012.

\_\_\_\_\_. Geração núcleo-elétrica. In: **Enumas 2010**. Campinas: Nippe/Unicamp, 2010a.

\_\_\_\_\_. 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 administrativa 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**. Ano 6, n. 16. Brasília: TCU, 2003.

VANDENBERGHE, Frédéric. Introduction à la sociologie (cosmo) politique du risque d'Ulrich Beck. **Revue du MAUSS**. v.1, n. 17, p. 25-39. Paris: La Découverte, 2001.

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

VASCONCELLOS, Mari Estela de. **Aproveitamento de ítrio e lantânio de um carbonato de terras raras de baixo teor de cério, de um carbonato de ítrio e de um óxido de terras ítricas**. (Tese de doutorado). São Paulo, IPEN, 2006.

VERGRIETTE, Benoit. **Perception du risque et participation du public**. AFSSET, 2006.

VIALLES, Noëllie. La peur au ventre? Le risque et le poison. **Terrain**, n. 43, Peurs et menaces, pp.107-122, set 2004.

WEBER, Max. **Economia y sociedad: esbozo de sociología comprensiva**. México: Fondo de Cultura Económica, 1969.

WHITAKER, Chico (org). **Por um Brasil livre de usinas nucleares**. Por que e como resistir ao lobby nuclear. São Paulo: Paulinas, 2012.

YASSINE, Amena Martins. Segurança internacional e nuclear no século XXI: Ameaças, desafios e perspectivas. **Universitas - Relações Internacionais**. Brasília, v. 2, n.2, p. 199-219, jul./dez. 2004.

## APÊNDICE A – CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O objetivo desta pesquisa é analisar a percepção atual dos riscos físicos e estratégicos da energia nuclear no Brasil, como parte da dissertação que apresenta a construção histórica dos riscos e da percepção dos riscos da energia nuclear.

Como o setor nuclear é constituído de entidades onde a esfera pública e a privada estão entrelaçadas, torna-se impropriedade tentar expô-lo em função das leis de mercado. É mais adequado que o trabalho de campo reflita as peculiaridades do setor nuclear. Nesse contexto, encontram-se entidades claramente públicas, outras claramente privadas e outras que correspondem a uma variedade de combinações entre esses dois campos.

Dada a impossibilidade de realizar uma amostragem estatisticamente controlada, optou-se por conjuntos de entrevistas semi-estruturadas com interlocutores representativos. Estes interlocutores podiam possuir conhecimento e/ou experiência sobre o tema porque participam ou participaram do setor nuclear ou porque têm uma formação especializada, mesmo quando representando pontos de vista divergentes ou contrários; ou podiam não possuir grande conhecimento na área, mas participam das decisões de política nuclear, como é o caso dos representantes do poder legislativo.

Foram escolhidos os seguintes segmentos representativos do setor nuclear:

- (a) Ministérios;
- (b) Órgãos governamentais específicos;
- (c) Empresas mistas do setor nuclear;
- (d) Empresas privadas nacionais que participam do setor;
- (e) Empresas internacionais que participam do setor no Brasil;
- (f) Centros de pesquisa na área nuclear;
- (g) Professores universitários com conhecimento na área;
- (h) Legislativo;
- (i) Organismos não Governamentais.

As entrevistas foram conduzidas reconhecendo a inserção social dos entrevistados, de tal modo que um roteiro básico de entrevista foi adaptado à inserção de classe e a experiência

profissional do entrevistado. Como esse roteiro reflete a estruturação da dissertação em seus capítulos e sub capítulos, o conjunto das entrevistas foi organizado considerando esta sequência analítica. Foi elaborada uma tabela indicativa de entrevistas relacionando os diferentes segmentos às questões abordadas na dissertação.

A realização de uma pesquisa de opinião, como é o caso da percepção dos riscos, esbarra com atitudes de entrevistados nem sempre previstas, sobretudo quando se trata de entrevistas abertas com pessoas selecionadas, que podem ser identificadas. Mas o que poderia ser um percalço para o objetivo da pesquisa, isto é, retratar a percepção dos riscos nucleares dos diferentes atores do setor, conduziu a uma primeira constatação: o tema energia nuclear, no que se refere aos riscos não é tratado abertamente com pessoas que não participam diretamente do setor. Esse temor é justificado: a distorção na comunicação dos riscos tem efeitos na percepção pública provocando rejeição da tecnologia nuclear, afetando negativamente a imagem do setor e de entidades envolvidas, podendo colocar em risco operações rotineiras, atrasando licenciamentos ou mesmo causando paralisações (para investigação de denúncias) com rebatimentos em toda uma cadeia de decisões e criando ambientes de riscos estratégicos, que podem comprometer inclusive o futuro da indústria nuclear brasileira.

Diante da recusa de alguns dos entrevistados em se identificarem, foi necessário adotar uma estratégia de entrevistas preservando o anonimato dos entrevistados no conjunto das entrevistas. Essas adaptações não causaram prejuízo algum aos objetivos iniciais da pesquisa, pois todos os segmentos foram analisados.

**APÊNDICE B – TABELA DE INDICAÇÃO DAS ENTREVISTAS**

		<b>RISCOS ESTRATÉGICOS</b>	<b>Na exploração de recursos sensíveis</b>	<b>Nas opções militares</b>	<b>De dependência tecnológica</b>	<b>Na produção de energia elétrica</b>	<b>Nas mudanças do PNB pós Fukushima</b>	<b>Privatização e riscos</b>	<b>RISCOS FÍSICOS</b>	<b>No ciclo do combustível nuclear</b>	<b>Na produção de energia núcleo-elétrica</b>	<b>Na disposição de rejeitos radioativos</b>	<b>Na gestão dos riscos nucleares</b>
<b>Ministérios</b>			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
1	MCTI		X		X	X	X	X		X	X	X	X
2	MME		X		X	X	X	X		X	X	X	X
3	MD		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
4	MRE		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<b>Órgãos governamentais</b>													
5	CNEN		X		X	X	X	X		X	X	X	X
6	SIPRON									X	X	X	X
7	IBAMA									X	X	X	X
8	SAE		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
9	EPE					X	X				X		
<b>Empresas mistas</b>													
10	INB		X		X	X	X	X		X	X	X	X
11	Eletronuclear		X		X	X	X	X		X	X	X	X
12	Nuclep			X			X	X					X
<b>Empresas privadas nacionais</b>													
13	A			X		X	X	X			X		
14	B							X			X		
<b>Empresas estrangeiras</b>													
15	A					X		X			X	X	

16	B					X		X			X	X	
Centros de pesquisa													
17	CTMSP		X	X	X	X	X	X			X	X	X
18	IPEN		X		X	X	X	X			X	X	X
20	CDTN		X		X	X	X	X			X	X	X
Professores universitários													
21	A		X	X	X	X	X	X			X	X	X
22	B		X	X	X	X	X	X			X	X	X
23	C		X	X	X	X	X	X			X	X	X
24	D		X	X	X	X	X	X			X	X	X
Legislativo													
25	Dep. A		X	X	X	X	X	X			X	X	X
26	Dep. B		X	X	X	X	X	X			X	X	X
27	Sen. A		X	X	X	X	X	X			X	X	X
28	Sen. B		X	X	X	X	X	X			X	X	X
ONGs													
29	ABDAN		X								X	X	X
30	Greenpeace										X	X	X

## APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO DO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

### (a) Ministérios

#### 1 - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

O MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) foi criado pelo Decreto 91.146, em 15 de março de 1985, denominado Ministério da Ciência e Tecnologia<sup>135</sup>. O MCTI tem como competências os seguintes assuntos: política nacional de pesquisa científica, tecnológica e inovação; planejamento, coordenação, supervisão e controle das atividades da ciência e tecnologia; política de desenvolvimento de informática e automação; política nacional de biossegurança; política espacial; política nuclear e controle da exportação de bens e serviços sensíveis. Com a incorporação das duas mais importantes agências de fomento do País – a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) e o CNPq e suas unidades de pesquisa – o MCTI passou a coordenar o trabalho de execução dos programas e ações que consolidam a Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Além das agências de fomento, compõem o sistema MCTI o CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos); a CNEN; a AEB (Agência Espacial Brasileira); dezenove unidades de pesquisa científica, tecnológica e de inovação; e quatro empresas estatais: INB; Nuclep; ACS (Alcântara Cyclone Space) e Ceitec (Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada). Por meio desse conjunto de instituições, o MCTI exerce suas funções estratégicas, desenvolvendo pesquisas e estudos que se traduzem em geração de conhecimento e de novas tecnologias, bem como a criação de produtos, processos, gestão e patentes nacionais (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2012).

#### 2 - Ministério da Defesa

Criado em 10 de junho de 1999, o Ministério da Defesa é o órgão do Governo Federal incumbido de exercer a direção superior das Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica. Uma de suas principais atribuições é o estabelecimento

---

<sup>135</sup>O nome Inovação foi incorporado oficialmente em 3 de agosto de 2011.

de políticas ligadas à defesa e à segurança do País, além da implementação da Estratégia Nacional de Defesa, em vigor desde dezembro de 2008. O MD está organizado em quatro segmentos: o EMCFA (Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas); a Secretaria de Produtos de Defesa (Seprod); a Sepesd (Secretaria de Pessoal, Ensino, Saúde e Desporto) e a Seori (Secretaria de Coordenação e Organização Institucional). Em 2011, o Ministério da Defesa passou a abrigar também o Censipam (Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia), vinculado anteriormente à Casa Civil da Presidência da República. Integra ainda a estrutura do MD, na qualidade de órgão subordinado, a ESG (Escola Superior de Guerra) (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2012).

### 3 - Ministério de Minas e Energia

O MME (Ministério de Minas e Energia) foi criado em 1960, pela Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960. Tem como empresas vinculadas de economia mista, a Eletrobrás, que controla as empresas Furnas Centrais Elétricas S.A., Chesf (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco), CGTEE (Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica), Eletronorte (Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.), Eletrosul (Eletrosul Centrais Elétricas S.A.) e Eletronuclear (Eletrobrás Termonuclear S.A.) e a Petrobras, e como empresa pública vinculada, a EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Entre as autarquias vinculadas ao Ministério estão a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), a ANP (Agência Nacional do Petróleo) e o DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2012).

### 4 - Ministério das Relações Exteriores

O MRE (Ministério das Relações Exteriores) é o órgão político da Administração direta cuja missão institucional é auxiliar o Presidente da República na formulação da política exterior do Brasil, assegurar sua execução, manter relações diplomáticas com governos de Estados estrangeiros, organismos e organizações internacionais e promover os interesses brasileiros do Estado e da sociedade no exterior (ITAMARATY, 2012).

## **(b) Órgãos governamentais específicos**

### 1 - Comissão Nacional de Energia Nuclear

A CNEN é uma autarquia federal, criada em 1956 e atualmente vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Cabe a CNEN uma enorme gama de competências, como colaborar na formulação da Política Nacional da Energia Nuclear; a elaboração do Programa Nacional de Energia Nuclear; pesquisas científicas; prestação de serviços; guarda de rejeitos radioativos; produção e comercialização de materiais e equipamentos relacionados à questão nuclear<sup>136</sup>; licenciamento, fiscalização, fixação de preços de materiais nucleares; estabelecimento e controle de estoque de materiais físséis e férteis e definição de reservas de minérios nucleares<sup>137</sup>; e por último, cabe à CNEN e suas subsidiárias e controladas, a comercialização de materiais nucleares<sup>138</sup> (CABRAL, A., 2009).

### 2 - Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República

O GSIPR foi criado pela MP nº 1.911-10, de 24 de setembro de 1999, que alterou dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998, substituindo a antiga Casa Militar. O GSI é responsável de exercer as atividades de Órgão Central do SIPRON (GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2012).

### 3 - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

O Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) é uma autarquia federal com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, conforme Art. 2º da Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Tem como principais atribuições exercer o poder de polícia ambiental; executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao

---

<sup>136</sup> Artigo 2º da lei 6.189/74 (BRASIL, 1974)

<sup>137</sup> Arts. 7º, 8º, 10º a 15º e 17º da lei 6.189/74. (BRASIL, 1974)

<sup>138</sup> Artigo 19º da lei 6.189/74. (BRASIL, 1974)

licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental; e executar as ações supletivas de competência da União de conformidade com a legislação vigente (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2012).

#### 4 - Secretaria de Assuntos Estratégicos

A SAE/PR (Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República) foi criada pela Lei nº 11.754, de 23 de julho de 2008. A ela compete assessorar, direta e imediatamente, o presidente da República, no planejamento nacional e na formulação de políticas públicas de longo prazo voltadas ao desenvolvimento nacional. É composta pela Secretaria de Ações Estratégicas, pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e pela Secretaria do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social e tem o IPEA, como entidade vinculada (SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, 2012).

#### 5 - Empresa de Pesquisa Energética

A EPE (Empresa de Pesquisa Energética) é uma empresa pública vinculada ao MME, que presta serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2012).

#### **(c) Empresas mistas do setor nuclear**

As empresas mistas trabalham com uma ótica empresarial, mas se posicionam diversamente no que se refere aos riscos de dependência tecnológica.

As entidades do setor nuclear são basicamente hierarquizadas. Cada departamento tem suas atribuições e funcionários, de um setor atêm-se a se manifestar apenas no que concerne seu

setor, vide sua função. Alude-se ao risco da dependência tecnológica, mas como fruto de decisões fora da alçada de suas funções, que ocorrem em instâncias superiores.

#### 1 - Indústrias Nucleares do Brasil S.A.

A INB (Indústrias Nucleares do Brasil) é uma sociedade por ações, de economia mista, tendo como acionista majoritária a CNEN, que detém 99,99% das ações. Responde pela exploração do urânio, desde a mineração e o beneficiamento primário até a produção e montagem dos elementos combustíveis que acionam os reatores de usinas nucleares (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, 2012).

A INB utiliza tecnologias desenvolvidas nacionalmente pelo CTMSP, como as ultracentrífugas, ou próprias, como a técnica separação do urânio e fosfato, que será patenteada e utilizada em Santa Quitéria-CE. Porém, segundo um estudo da cadeia de suprimentos do combustível nuclear realizado em 2010 pela CGEE (Centro de Gestão de Estudos Estratégicos) do MCTI, ainda depende de importações de ligas de zircônio e tubos especiais; de chapas e arames da liga de Inconel; de gás hélio com altíssima pureza; de grades e tubos guias; barras de controle e produção de pastilhas de urânio-gadolíneo (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010). Já consta um projeto de implantação de uma fábrica de tubos de ligas especiais extrudados em Resende-RJ, com orçamento previsto de R\$ 250.000.000,00, “promovendo a nacionalização dos componentes metálicos utilizados na montagem do combustível nuclear, permitindo a economia de divisas e independência estratégica (MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2012, p.5).

A INB adquire os produtos desenvolvidos pelos centros de pesquisa. Como o desenvolvimento autônomo de todas as etapas do ciclo do combustível era considerado estratégico para o país a INB dispõe – ou disporá - da tecnologia nacional necessária para desenvolver suas atividades.

#### 2 - Eletronuclear Termonuclear S.A.

A Eletronuclear Termonuclear S.A – Eletronuclear é uma sociedade anônima de economia mista, controlada pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobrás, que detém 99,91%

das ações, constituída na forma de autorização contida no Decreto nº 76.803, de 16 de dezembro de 1975, com a finalidade específica de explorar, em nome da União, atividades nucleares para fins de energia elétrica, nos termos do Decreto de 23 de maio de 1997 (ELETRONUCLEAR, 2012).

### 3 - Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.

A Nuclep (Nuclebrás Equipamentos Pesados) é uma sociedade de economia mista regida pela Lei n.º 6.404/76, pelo Decreto nº 76.805/75, por seu Estatuto e outros dispositivos legais aplicáveis. Seu objetivo é projetar, desenvolver, fabricar e comercializar componentes pesados para usinas nucleares, assim como equipamentos destinados à construção naval e à indústria de petróleo (NUCLEBRAS EQUIPAMENTOS PESADOS, 2012). O controle acionário pertence à União. A CNEN detém 99,99% das ações e as restantes estão em poder do Conselho de Administração (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2003).

A Nuclep não se sente implicada na política nuclear, embora o seu Conselho de Administração seja presidido pelo presidente da CNEN, órgão que detém 99,9994% da participação acionária<sup>139</sup>. Declara-se uma empresa que fabrica materiais pesados. A empresa, no entanto, tem grande preocupação com a capacitação de seus funcionários na área nuclear. A capacitação é realizada na produção de equipamentos para empresas nucleares do porte da Areva. A Nuclep participa do projeto IRIS<sup>140</sup> (*International Reactor Innovative and Secure*), um consórcio internacional, liderado pela Westinghouse,

que trata do desenvolvimento de um reator nuclear de geração III+, projeto este realizado por diversas empresas, laboratórios e universidades de 10 países, cuja participação compreende o projeto e a fabricação de componentes nucleares para os sistemas primário e secundário das futuras centrais nucleares que utilizarão o reator IRIS (NUCLEBRAS EQUIPAMENTOS PESADOS, 2012, sp).

---

<sup>139</sup>Os outros 0,0006%, que corresponde a 6 ações estão em posse dos seis membros do Conselho de Administração.

<sup>140</sup>É um reator de água leve, modular, com unidades pequenas (de 100 a 300 MW), podendo funcionar em conjunto, operados por uma única sala de controle. Tem projeto simplificado, com menor quantidade de equipamentos auxiliares; usa menos água; requer menos manutenção; como o combustível é mais enriquecido as cargas de vem durar 8 anos (5 anos, a primeira); e o fabricante cuida do processo de descomissionamento.

e também desenvolve tecnologia própria, como ocorreu na fabricação dos racks supercompactos para Angra II (RIBEIRO, 2002).

#### **(d) Empresas privadas nacionais que participam do setor**

São muitas as empresas privadas que participam do setor nuclear. Para efeito desta pesquisa relacionamos apenas três. A primeira está construindo o estaleiro naval onde serão construídos os submarinos nucleares brasileiros; a segunda é uma empresa de projetos e serviços que participa da construção de Angra III; e a terceira é a primeira empresa privada a produzir radiofármacos no Brasil.

##### 1 - Construtora Odebrecht

Criada em 2011, a Odebrecht Defesa e Tecnologia fornece equipamentos, sistemas integrados de comando e controle e serviços de gestão de caráter estratégico para uso civil e militar. A empresa participa atualmente no setor nuclear no CBS (Consórcio Baía de Sepetiba), que gerencia o Programa Nacional de Desenvolvimento de Submarinos e executa a construção de um complexo de Estaleiro e Base Naval e no ICN (Itaguaí Construções Navais), que constrói submarinos convencionais e nucleares (ODEBRECHT, 2012).

##### 2 - Engevix

A Engevix presta serviços de engenharia consultiva e empreitadas integrais nos setores de energia, infraestrutura e indústrias de base. E a Desenvix concentra os ativos de geração de energia do grupo, desenvolvendo empreendimentos e investindo em energia renovável. Na área de geração nuclear, a Engevix executou e está executando vários serviços na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAEA. Em Angra I executou o tratamento arquitetônico das fachadas dos edifícios. Em Angra II executou o projeto civil dos prédios não nucleares, o tratamento arquitetônico e paisagístico da Unidade, o *as built* dos isométricos do projeto de tubulação e apoio de projeto no campo. Em Angra III está

executando o projeto civil dos prédios nucleares e não nucleares, o projeto das tubulações da área externa, o projeto da tubovia entre a Unidade 2 e a Unidade 3, o projeto eletromecânico não nuclear e apoio de projeto no campo (ENGEVIX, 2012).

### 3 - Villas Boas Radiofármacos S.A.

Localizada em Brasília, a Villas Boas Radiofármacos é a primeira instituição privada no Brasil a produzir e comercializar radiofármacos de meia vida curta como o FDG-18F, utilizado no exame PET/CT. A produção do radiofármaco e dos radioisótopos F-18, C-11, N-13 e O-15 é realizada com um ciclotron (acelerador de partículas) Eclipse HP de 11 MeV da Siemens/CTI adquirido e instalado na empresa (VILLAS BOAS, 2012).

## **(e) Empresas internacionais que participam do setor no Brasil**

### 1 - Areva

A Areva é a principal empresa internacional que participa do setor núcleo-elétrico brasileiro. Herdeira dos contratos da Siemens, através da joint-venture Areva NP, que foi dissolvida em 2009, a Areva assinou com a Eletronuclear, em 2008, contratos de manutenção de Angra I e Angra II, além de participar da construção de Angra III. Em 2010, assinou contrato com duração de cinco anos, com a INB para a conversão de *yellow cake* em UF<sub>6</sub>.

### 2 – GDF Suez

A GDF (*Gaz de France*) Suez, da qual a Areva é acionista, com 1,9% do capital, possui 60% das ações da ESBR (Energia Sustentável do Brasil)<sup>141</sup>, empresa criada para investir na usina hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira está presente no Brasil desde 1996, através da

---

<sup>141</sup> A composição acionária inicial da ESBR era 20% da Chesf, 20% da Eletrosul – ambas do grupo Eletrobrás – 50,1% da GDF Suez e 9,9% da Camargo Corrêa. Em 1º de outubro de 2012 a GDF Suez anunciou a compra dos 9,9% da Camargo Corrêa, aumentando sua participação para 60%.

Tractebel Energia S.A., que por sua vez, detém 8% da capacidade instalada<sup>142</sup> no país. O grupo GDF Suez defende a parceria público-privada no setor nuclear e aguarda uma reforma constitucional para participar do mercado de energia núcleo-elétrica no país.

#### **(f) Centros de pesquisa na área nuclear**

Os institutos de pesquisa ressentem a falta de recursos humanos e evidenciam a cooperação internacional como meio de transferência tecnológica via intercâmbio e capacitação. A reposição de pessoal capacitado é um risco maior que um possível risco de dependência tecnológica.

Os institutos de pesquisa desenvolvem tecnologia e oferecem uma variada gama de serviços e produtos no mercado. Apesar das pesquisas serem financiadas por órgãos de fomento à pesquisa como Finep ou CNPq e terem a receita auferida pela venda revertida para a União, a ótica é empresarial. Trata-se de oferecer no mercado produtos e serviços de qualidade a preços competitivos.

##### 1- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

O Ipen (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) é uma autarquia do Governo do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Desenvolvimento. É gerenciado técnica, administrativa e financeiramente pela CNEN e associado para fins de ensino de pós-graduação à USP. Atua em vários setores da atividade nuclear entre elas, nas aplicações das radiações e radioisótopos, em reatores nucleares, em materiais e no ciclo do combustível, em radioproteção e dosimetria (INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES, 2012).

---

<sup>142</sup> De energia elétrica.

## 2- Instituto de Engenharia Nuclear

O IEN (Instituto de Engenharia Nuclear) é uma unidade da CNEN. Fruto de um convênio entre a CNEN e a UFRJ, foi criado em 1962, para abrigar o reator de pesquisa Argonauta e desenvolver tecnologia nuclear. Atualmente atua nas áreas de pesquisa e ensino, além de oferecer serviços e produtos, como análises químicas, recebimento de rejeitos radioativos, instrumentação e sistemas de controle, manutenção eletrônica, processos químicos e metalúrgicos, produção de radiofármacos e radioproteção (INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR, 2012).

## 3 - Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo

O CTMSP (Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo) é uma organização militar que foi criada pelo decreto nº 93.439, de 17 de outubro de 1986, sob o nome de Copesp (Coordenadoria para Projetos Especiais), tendo sua denominação alterada em 1995 para CTMSP. O CTMSP está dividido em dois sítios, o CTMSP-SEDE, localizado na USP, onde são realizadas atividades técnicas de engenharia, pesquisa e desenvolvimento, gerenciamento de projetos e atividades administrativas e o CEA (Centro Experimental Aramar), localizado em Iperó, São Paulo, onde estão sendo implantados o Lare (Laboratório de Radioecologia) e o Labgene, que será uma instalação experimental em terra de uma planta de propulsão nuclear (CENTRO TECNOLÓGICO DA MARINHA EM SÃO PAULO, 2012).

## 4 - Instituto de Radioproteção e Dosimetria

O IRD (Instituto de radioproteção e Dosimetria), criado em 1972, é um dos institutos da CNEN, e está, desde 2008, subordinado à DPD (Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento). Tem como objetivo atuar como um centro de referência nacional nas áreas de radioproteção e metrologia das radiações ionizantes relativas às aplicações da radiação ionizante na indústria, medicina, centrais elétricas e outros campos da atividade humana, visando à proteção do trabalhador, paciente e público em geral. Até 2007, o IRD foi subordinado à DRS (Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear) da CNEN, atuando

também na condução de inspeções regulatórias de radioproteção, a partir de 2008 ano passou a pertencer à Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento (INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA, 2012).

#### 5 - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear

O CDTN ( Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear) é uma instituição de pesquisa, desenvolvimento, produção, serviços e ensino com atuação na área nuclear e correlatas. Atualmente está subordinado à DPD da CNEN. Originariamente denominado IPR (Instituto de Pesquisas Radioativas) foi criado em 1952, vinculado à UFMG. Possui uma instalação nuclear de pesquisa, onde está instalado um reator TRIGA; instalações radiativas como a Unidade de Pesquisa e Produção de Radiofármacos e o Laboratório de Irradiação Gama e cerca de 50 laboratórios de ensaios físicos e químicos (CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR, 2012).

#### 6 - Centro Regional de Ciências Nucleares Nordeste

O CRCN/NE (Centro Regional de Ciências Nucleares) é um instituto CNEN que atende às regiões Norte e Nordeste do Brasil. É o primeiro instituto de desenvolvimento tecnológico na área nuclear fora da região Sudeste. Foi criado em 1996, através de um convênio entre a CNEN, a Fundacentro e a UFPE (Universidade Federal de Pernambuco).O CRCN/NE desenvolve e disponibiliza produtos e serviços nas áreas de produção de radiofármacos, técnicas analíticas e nucleares e proteção radiológica (CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES, 2012).

#### **(g) Professores universitários com conhecimento na área**

Trabalham ou já estudaram e/ou trabalharam na área. A, B e C.

## **(h) Legislativo**

Não se verifica uma posição partidária em relação aos riscos da energia nuclear. Mesmo no PV, alguns deputados consideram a energia nuclear como energia limpa, pois não emite CO<sub>2</sub>.

Tramita na Câmara dos Deputados a PEC 122/2007 do Deputado Alfredo Krafer (PSDB/PR) para flexibilizar o monopólio da construção e operação de usinas nucleares.

Dá nova redação aos arts. 21 e 177 da Constituição Federal, para excluir do monopólio da União a construção e operação de reatores nucleares para fins de geração de energia elétrica (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2012a, sp).

Apensada a esta, a PEC 41/2011 do Deputado Carlos Sampaio (PSDB/SP), que

Altera o § 6º, do art. 225, da Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 05 de outubro de 1988 e cria o art. 44-A dos Atos das Disposições Constitucionais Transitórias, promulgados em 05 de outubro de 1988, para o fim de vedar a construção e instalação de novas usinas que operem com reator nuclear no país e permitir as atividades das usinas já existentes e em construção (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2012b, sp).

O processo encontra-se na CCJC (Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania) da Câmara dos Deputados. Foram favoráveis a admissibilidade os deputados Matteo Chiarelli (DEM/RS), Bruno Araújo (PSDB/PE) e se posicionou pela inadmissibilidade o deputado Chico Lopes (PCdoB/PR).

## **(i) Organismos não Governamentais**

### 1 - O Greenpeace

O Greenpeace é uma organização global e independente que atua para defender o ambiente e promover a paz, inspirando as pessoas a mudarem atitudes e comportamentos, investigando, expondo e confrontando crimes ambientais. Atua no Brasil há quase 20 anos (GREENPEACE, 2012).

O Greenpeace é radicalmente contra a energia nuclear para a produção de energia elétrica e condena todo o ciclo do combustível nuclear, ao que se refere como “Ciclo do Perigo”.

## 2 - Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares

A ABDAN (Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares) é uma entidade sem fins lucrativos, constituída no Rio de Janeiro em 1987, que congrega trinta<sup>143</sup> das maiores empresas do setor nuclear no Brasil e tem como objetivo capacitar empresas e profissionais para participar da construção e operação de unidades nucleares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES NUCLEARES, 2012).

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES NUCLEARES. A ABDAN. 2012. Disponível em: <[www.abdan.org.br](http://www.abdan.org.br)>. Acesso em 5 ago 2012.

CABRAL, Anya. **Energia nuclear para o Brasil**. (Monografia de graduação). Salvador: UNIFACS, 2009.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PEC 122/2007**. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br>>. Acesso em: 9 out 2012a.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PEC 41/2011**. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br>>. Acesso em: 9 out 2012b.

---

<sup>143</sup>Bardella, Construtora Norberto Odebrecht, Siemens, Confab Industrial, Construtora Andrade Gutierrez, Areva Brasil, EBE (Empresa Brasileira de Engenharia, Nuclep, Eletrobras Eletronuclear, Westinghouse Nuclear, ALSTOM, Concremat, Techint, CNEC Worly Parsons, INB, Engevix Engenharia, Eletrobras Furnas, Leme Engenharia, Jaraguá Equipamentos Industriais, Iberdrola Consultoria e Serviços do Brasil, Construções e Comércio Camargo Corrêa, UTC Engenharia, MEGATRANZ ALE Heavylift & Transporte, EDF Brasil, Queiroz Galvão, Intertechne, ITOCHU Brasil e GE Energy (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES NUCLEARES, 2012).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: CGEE, 2010.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR. **O Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear**. Disponível em: <[www.cdtm.br/O\\_CDTN](http://www.cdtm.br/O_CDTN)>. Acesso em: 5 ago 2012.

CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES. **O Centro Regional de Ciências Nucleares**. 2012. Disponível em: <[www.crcn.gov.br](http://www.crcn.gov.br)>. Acesso em: 7 ago 2012.

CENTRO TECNOLÓGICO DA MARINHA EM SÃO PAULO. **CTMSP** - Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo. 2012. Disponível em: <[http://www.mar.mil.br/ctmsp/conheca\\_centro.html](http://www.mar.mil.br/ctmsp/conheca_centro.html)>. Acesso em: 2 ago 2012.

ELETRONUCLEAR. **A Eletrobras Eletronuclear**. 2012. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/AEmpresa.aspx>>. Acesso em: 10 out 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Institucional**. 2012. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/acessoainformacao/Paginas/institucional.aspx>>. Acesso em: 2 ago 2012.

ENGEVIX. **Perfil**. 2012. Disponível em: <<http://www.engevix.com.br/sobre-a-engevix/Paginas/perfil.aspx>>. Acesso em: 10 out 2012.

GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Sobre o GSI**. Disponível em: <<http://www.gsi.gov.br/sobre>>. Acesso em: 10 out 2012.

GREENPEACE. **Quem somos**. 2012. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br/p3/cake/gpland/index.php/hotsites/tr/46?gclid=CP34w4rL1bECFQTNnAodBXIA3w>>. Acesso em: 5 ago 2012.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Estatuto Social**. 2012. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/pt-br/LeiAcesso/EstatutoSocial.pdf>>. Acesso em 20 jul 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/acesso-a-informacao/historico>>. Acesso em: 2 ago 2012.

INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR. **IEN 50 anos: tecnologia nuclear para o Brasil**. Rio de Janeiro: IEN, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS NUCLEARES. **O Ipen**. 2012. Disponível em: <<http://www.ipen.br/sitio/?idm=3>>. Acesso em: 19 jul 2012.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. **O IRD**. Disponível em: <[http://www.ird.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=54](http://www.ird.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=54)>. Acesso em: 2 ago 2012.

ITAMARATY. **Institucional**. 2012. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/temas/acesso-a-informacao/institucional/conheca-o-ministerio>>. Acesso em: 4 ago 2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **O MCTI**. 2012. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/105.html?execview=>>>. Acesso em: 2 ago 2012.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Conheça o MD**. 2012. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/index.php/o-que-e-o-md-conheca.html>>. Acesso em: 2 ago 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Histórico do Ministério de Minas e Energia**. 2012. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/ministerio.html>>. Acesso em: 2 ago 2012.

MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Mapeamento das**

**Ações Orçamentárias Integrantes da Lei Orçamentária para 2012.** Disponível em: <[https://www.portalsof.planejamento.gov.br/sof/cadacao\\_2012/2059.pdf](https://www.portalsof.planejamento.gov.br/sof/cadacao_2012/2059.pdf)>. Acesso em: 31 mar 2012.

NUCLEBRAS EQUIPAMENTOS PESADOS. **A empresa.** 2012. Disponível em: <<http://www.nuclep.gov.br/pt-br/empresa>>. Acesso em: 20 jul 2012.

ODEBRECHT. **Negócios e participações.** Defesa e tecnologia. 2012. Disponível em: <<http://www.odebrecht.com.br/negocios-e-participacoes/defesa-e-tecnologia>>. Acesso em: 3 ago 2012.

RIBEIRO, Ademir Antonio Fraga. Fabricação e instalação de racks supercompactos para a usina nuclear de Angra 2. In: **International Nuclear Atlantic Conference- INAC**, Rio de Janeiro, 2002.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDENCIA DA REPÚBLICA. **Institucional.** 2012. Disponível em : < <http://www.sae.gov.br/site/>>. Acesso em : 10 out 2012.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. NUCLEP. Verificação de compatibilidade da estrutura administrativa 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.** Ano 6, n. 16. Brasília: TCU, 2003.

VILLAS BOAS. **Institucional.** Disponível em : <<http://www.clinicavillasboas.com.br/Institucional/RadioFarmacos.aspx>>. Acesso em : 1 set 2012.

## APÊNDICE D - RISCOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES NUCLEARES NO BRASIL

Não se pode ignorar que a preocupação ambiental tem sido o maior empecilho para a aceitação da energia nuclear no país. Neste capítulo apresentar-se-á sucintamente os principais efeitos diretos no meio biótico das atividades da mineração do urânio em Caetité; da produção de energia na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, específicas da atividade nuclear; da disposição de rejeitos e transporte de material radioativo.

Entende-se por impacto ambiental, aqueles definidos pela resolução do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, físicas e biológicas no meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população; às atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (ELETRONUCLEAR, 2006b, sp).

Neste estudo, a preocupação, contudo, são os impactos da radiação sobre o ser humano e o meio biótico, por considerar que a radiação constitui o diferencial dos impactos de atividades nucleares em relação a atividades semelhantes não nucleares.

### **1. No ciclo do combustível nuclear: Unidade de Concentração de Urânio em Caetité**

Os impactos ambientais da mineração do urânio são maiores do que os impactos da mineração de outros minerais por tratar-se de um mineral radioativo, que emite radiação e radionuclídeos<sup>144</sup> no processo natural de decaimento e durante o seu beneficiamento.

Além da contaminação por radionuclídeos (PRADO, 2007) o processo de beneficiamento gera rejeitos com a presença de outros metais pesados, também nocivos à saúde, agravado pelo uso de ácido sulfúrico, que solubiliza essas substâncias aumentando o perigo, pelo uso de água contaminada.

---

<sup>144</sup> Núcleos radioativos produzidos pelo decaimento do urânio.

A maior abundância de urânio em zonas mineralizadas e a dispersão aumentada desse elemento no ambiente, através de atividades como a mineração, podem levar a problemas de toxicidade. Nesses casos, um entendimento dos processos geoquímicos é importante para compreender as trajetórias de migração e rotas de exposição do urânio em relação às plantas, animais e às populações humanas. (OLIVEIRA, [200?], p.149).

A grande preocupação no caso da mineração na URA (Unidade de concentração de Urânio) em Caetité é a eventual contaminação da água, através da liberação de efluentes líquidos para os cursos de água, primeiro por tratar-se de águas subterrâneas e, segundo, pela atividade realizar-se em uma região onde a água é um bem escasso e os aquíferos constituírem a única fonte de água disponível para a população. Além da demanda industrial competir com o consumo local, o aumento da população devido ao desenvolvimento da própria atividade econômica provoca um acréscimo na demanda por este bem.

Existe também o risco de contaminação pela inalação de gases radioativos, em especial o radônio<sup>145</sup>, por ser um gás muito móvel, sendo facilmente inalado em ambientes fechados, cujos filhos podem provocar câncer no pulmão. Até 2011, o risco foi minimizado por tratar-se de uma mina a céu aberto, mas o plano de aumentar a produção de urânio na mina Cachoeira de 400t a 800t implica na exploração subterrânea, que aumenta o perigo de absorção de gases pelos trabalhadores da mina.

No projeto de Caetité a água industrial é recirculada no processo, isto é, não está previsto o lançamento de efluentes líquidos no meio ambiente. A contaminação pode ocorrer pela ação da chuva nas pilhas de lixiviação de minério exaurido<sup>146</sup>, ou um vazamento nos tanques de licor ou nas piscinas de rejeito, como ocorreu em abril de 2000, quando a manta de proteção do tanque de licor de urânio se rompeu, provocando um vazamento de 5000 litros de licor da Bacia de Deposição e Reciclagem de Efluentes Líquidos. Segundo OLIVEIRA, [200?] o vazamento não atingiu o lençol freático, nem os rios e nenhum funcionário da empresa foi contaminado, contudo é difícil estimar a extensão do vazamento (que durou três dias) e o quanto o solo ficou contaminado.

---

<sup>145</sup> O radônio Ra<sub>222</sub> é um gás natural formado durante o decaimento do urânio. Tem vida útil de 3,8 dias, mas pode ser facilmente inalado em ambientes fechados. A INB monitora os níveis de radônio como parte das operações de controle e remediação dos impactos ambientais.

<sup>146</sup> No seu beneficiamento apenas 70% do urânio é aproveitado, 30% de urânio permanece nas pilhas de lixiviação (OLIVEIRA, [200?], CONCEIÇÃO, [199-?], CRUZ, 2008).

Denúncias do *Greenpeace* de contaminação de poços de água potável na região, em 2008, culminaram numa nova amostra de águas realizada pelo instituto Ingá em janeiro de 2009, na qual não foi constatada contaminação. Ora, segundo o *Greenpeace*, o mesmo instituto detectou contaminação em amostra anterior obtida em novembro de 2008. Um estudo do Cetem (Centro de Tecnologia Mineral) “Impactos de mineração e sustentabilidade no semi-árido. Estudo de Caso: Unidade de Concentração de Urânio-URA (Caetité, BA)”, que data de 2003, já apontava o aumento das concentrações de urânio nas águas subterrâneas na área de influência da cava da mina após o início das operações de lavra, embora não explicasse as razões, e salientava a importância de se discutir a disponibilização de “águas nas quais as concentrações de radionuclídeos pudessem, em associação com o seu consumo, ensejar um aumento na probabilidade de doenças” (FERNANDES, 2003, p.14).

O EIA (Estudo de Impactos Ambientais) e o RIMA (Relatório de Impactos Ambientais) da URA, elaborados em 1997, descrevem que a implantação e funcionamento da URA trariam impactos ao meio ambiente, com destaque para: (a) alteração da qualidade do ar pelo desmonte de rochas na lavra do minério, gerando partículas radioativas e gás radônio; (b) contaminação dos mananciais subterrâneos; (c) inviabilidade do uso da água do Córrego do Engenho; e (d) deposição de partículas radioativas sobre cobertura vegetal (SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA, 2009; ASSOCIAÇÃO MOVIMENTO PAULO JACKSON, 2006).

Estudos recentes indicam que a presença de radionuclídeos na água tanto em Caetité-BA (ALMEIDA, G., 2011) como em Santa Quitéria-CE, independe da exploração do minério, embora a instalação da URA tenha contribuído na propagação dos radionuclídeos pois trata-se de uma zona uranífera onde o nível de radiação é naturalmente maior.

Além da contaminação direta, seja pelo consumo humano de água, seja pela inalação de radônio (e dos seus filhos), é importante ressaltar que a Província Uranífera de Lagoa Real situa-se numa área de produção agropecuária, em que o uso da água inclui o consumo por animais domésticos e por irrigação (CABRAL, 2009), o que constitui um risco adicional de contaminação.

O acidente de Fukushima provocou um renascimento da preocupação com a segurança, não só das usinas nucleares. Foi questionada a questão de segurança nas instalações da

INB e realizada uma reavaliação dos riscos a partir da revisão completa do **Relatório Final de Análise e Segurança**.

## **2 Na produção de energia termoelétrica: Central Almirante Álvaro Alberto**

Os cuidados com a segurança numa usina nuclear são redobrados, pois a contaminação do meio ambiente pela radiação ocorre, principalmente em caso de acidente, quando a liberação e propagação de elementos radioativos não podem ser controladas. A engenharia de centrais nucleares constrói uma série de barreiras de contenção para evitar a fuga de elementos radioativos originários do processo de fissão atômica. A primeira barreira são as barras de controle, que servem para absorver os nêutrons excedentes no processo de fissão. A segunda contenção é o revestimento da vareta de combustível, feita de zircaloy, uma liga de zinco e zircônio. A terceira barreira é a blindagem do circuito primário selado que impede que a água radiativa, aquecida pelo contato com o elemento combustível durante o processo de fissão, entre em contato com a água do circuito secundário. O vaso do reator é isolado por duas contenções, uma esfera interna de aço ao vanádio e uma contenção externa de concreto armado.

A pressão do ar que fica entre as duas contenções é mantido a uma pressão inferior à atmosférica, de forma que, se houver falhas no vaso de pressão e na envoltória interna, os possíveis vazamentos serão absorvidos antes de chegarem ao ambiente externo (CARVALHO, 2012, p. 295-296).

Apesar de todos esses cuidados a produção de energia atômica gera efluentes radioativos, embora em níveis não significativos. O EIA, elaborado para a Eletronuclear detalha minuciosamente a produção de efluentes gasosos e os procedimentos para diminuir a contaminação. A Eletronuclear, por outro lado, desenvolve programas de análise de amostras marinhas, terrestres, de ar como: o Programa de Análise de Amostras Marinhas; o Programa de Análise de Amostras Terrestres; o Programa de Análise de Amostras do Ar; o Programa de Coleta em Amostras Diversas para Análise de Trítio; e o Programa de Medidas Diretas com Dosímetros Termoluminescentes (ELETRONUCLEAR, 2006a).

Ainda que não se tenha tido acesso a dados que comprovem um aumento na radiação na região, os cuidados com controle e monitoramento atestam uma preocupação da empresa com os níveis radiológicos.

O acidente nuclear de Fukushima levantou questionamentos no mundo inteiro sobre a segurança das instalações nucleares para produção de energia elétrica. Devido a falhas no sistema de refrigeração<sup>147</sup>(em consequência a um terremoto e um tsunami) no reator e nas piscinas onde é armazenado o combustível exaurido, o acúmulo de hidrogênio liberado nas piscinas e a alta temperatura (acima de 700°C) provocaram explosões que danificaram as contenções e espalharam a radioatividade liberada pelas varetas acondicionadas nas piscinas de resfriamento e pelas varetas dos núcleos. Esse evento foi agravado pela posição das piscinas, sobre a estrutura de contenção do reator.

Embora o projeto das usinas de Fukushima Dai-chi (BWR) difira dos projetos de Angra I, II e III (PWR), após o acidente de Fukushima, foi constituído um Grupo de Trabalho para avaliar o nível de prontidão das usinas Angra I e II, para enfrentar acidentes além das bases de projeto, conforme as recomendações da SOER (*Significant Operating Experience Report*) da WANO (*World Association of Nuclear Operators*) e para avaliar as condições existentes nas plantas para facear acidentes além das bases do projeto (*Stress Test*), conforme as recomendações da União Europeia. Foram reavaliadas as bases do projeto de Angra III para eventos externos, como ameaça sísmica, estabilidade das encostas, movimentos de mar, chuvas e ventos de grande intensidade. Foram reavaliados também os recursos para controle de acidentes além das bases do projeto, como o resfriamento do reator, a integridade da contenção, o suprimento local de energia elétrica, a instrumentação pós-acidente, o resfriamento das piscinas de combustível e os procedimentos e treinamento de pessoal. Definiram-se os recursos externos adicionais para mitigação de catástrofes naturais, como meios de transporte e acessos para movimentação de pessoal, equipamentos e materiais, equipamentos móveis para suprimento de energia elétrica, equipamentos móveis para suprimento de água e equipamentos diversos. Por último, foram reavaliadas as condições do plano de emergência, montando cenários de liberações para cálculo de doses e de limites de evacuação, avaliando os meios alternativos de evacuação, as condições da

---

<sup>147</sup>As bombas auxiliares foram acionadas, mas o combustível terminou.

estrada, as condições de meios de transporte e as condições de abrigagem (SANTOS, R., 2011).

As ONGs alemãs *Greenpeace-Alemanha* e *Urgewald* encomendaram um estudo sobre a avaliação dos aspectos de segurança do projeto da Usina Nuclear Angra III ao Dr. Celio Bermann, professor do Programa de Pós-graduação em Energia do IEE (Instituto de Eletrotécnica e Energia) da USP, publicado em fevereiro de 2012. Esse estudo aponta a instabilidade do terreno onde se encontra a CNAAA, sujeito a deslizamentos, podendo bloquear única rota de fuga atualmente existente (a BR 101, no trecho Rio-Santos) em caso de acidente nuclear, como o problema mais grave do projeto de Angra III. O estudo assinala falhas na implementação dos Planos de Emergência e Evacuação; questiona o raio de evacuação, limitado a 3 km e a proteção da população residente em uma área de até 5 km em torno da Central Nuclear; a precariedade das condições de transporte e da rota de fuga; e a precariedade no sistema de alerta. Por último, atenta para a ausência de uma agência reguladora independente para fiscalizar as atividades nucleares no Brasil (BERMANN, 2012).

As reavaliações das bases dos projetos e dos Planos de Emergência e Evacuação ainda não foram todas implementadas. Isto é, caso ocorra um acidente nuclear na CNAAA a partir de 5 na escala Ines, as consequências seriam desastrosas.

### **3 Na disposição de rejeitos radioativos**

Rejeito radioativo é todo e qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites estabelecidos pelo órgão responsável (no Brasil, a CNEN) pelas atividades nucleares, cuja reutilização é imprópria ou não prevista. (HIROMOTO, 1999).

Os rejeitos são oriundos das (a) instalações nucleares, que englobam as instalações de todo o ciclo do combustível, isto é, mineração, beneficiamento, conversão, enriquecimento, reconversão, produção das pastilhas e do elemento combustível, usinas nucleares e armazenamento final; e (b) instalações radiativas, que são os outros tipos de instalação como centro de pesquisas, indústrias, universidades, hospitais e clínicas.

Para não causar danos ao homem e ao meio ambiente esses rejeitos precisam ser cuidados através de ações que incluem a coleta, a separação de rejeitos, o transporte para a área de tratamento ou de destino final, o tratamento de rejeitos, o armazenamento e a deposição final. Essa série de ações é chamada de gerência de rejeitos.

O lançamento de rejeitos radioativos no meio ambiente é precedido de estudos para determinar as rotas percorridas pelos radionuclídeos no meio ambiente, os usos que a população faz dos recursos naturais naquelas rotas, seus hábitos alimentares e de recreação, os tempos decorridos entre o lançamento e as exposições e, por fim as doses resultantes (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2001, p.2).

As liberações de materiais radioativos na natureza são autorizadas apenas quando as doses são suficientemente baixas a ponto de não constituir riscos (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2001), embora esse conceito tenha evoluído, pois não existe comprovação de que a exposição a baixas doses não constitua riscos para a saúde.

No Brasil a CNEN é o órgão que estabelece normas de controle que cobrem todas as atividades que concernem a gerência de rejeitos e sua deposição final<sup>148</sup>. Suas normas são inspiradas nas recomendações da AIEA, no *Principles of Radioactive Waste Management* (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1995). Esse documento detalha os nove princípios fundamentais para a gestão dos rejeitos, de modo a assegurar (a) um nível adequado de proteção à saúde humana; (b) um nível adequado de proteção ao ambiente natural; (c) a proteção à saúde das pessoas e do meio ambiente além das fronteiras nacionais; (d) às futuras gerações, que os impactos previstos sejam no máximo iguais aos que são considerados aceitáveis hoje; (e) que não sejam deixados encargos indevidos de proteção às futuras gerações; (f) que os rejeitos sejam gerenciados sob base legal apropriada, indicando as responsabilidades e a função reguladora independente; (g) que a geração de rejeitos, a um nível de atividade e volume, o mais baixo praticável; (h) a interdependência adequada entre todas as etapas de geração e de gestão de rejeitos; e (i) a apropriada segurança das instalações de gerenciamento de rejeitos durante toda sua vida útil (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1995; VICENTE, 2010).

---

<sup>148</sup> As instalações radiativas e nucleares devem entregar seus rejeitos à CNEN, responsável pela guarda definitiva dos mesmos, a um custo de R\$ 5000 por metro cúbico de rejeitos, através da TLC (Taxa de Licenciamento, Controle e fiscalização de instalações e materiais nucleares e radioativos e suas instalações) (BRASIL, 1988a).

Os rejeitos são classificados<sup>149</sup> segundo o seu teor, em (a) baixa radioatividade ou LLW (*Low Level Waste*); (b) média radioatividade ou ILW (*Intermediate Level Waste*); e (c) alta radioatividade, HLW (*High Level Waste*); e segundo sua natureza, em (a) sólidos (compactáveis, não compactáveis, incineráveis, não incineráveis, biológicos e fontes seladas); e (b) líquidos (orgânicos, inorgânicos, ácidos, alcalinos, inflamáveis e não-inflamáveis) (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2001).

Estas classificações vão determinar de que modo esses rejeitos serão embalados e armazenados e quanto tempo deverão permanecer estocados até sua liberação no meio ambiente.

Os rejeitos radioativos devem ser acondicionados em embalagens e depósitos, de maneira a evitar a contaminação por radioatividade, característica particular das atividades nucleares (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1985a). Esses depósitos seguem um padrão em todo o mundo. No Brasil, eles são regulamentados pela Lei n. 10.308 de 20 de novembro de 2001 (BRASIL, 2001), seguindo as recomendações da AIEA.

Os depósitos iniciais para rejeitos radioativos podem ser: (a) secos, em *casks* de concreto ou aço armazenados a céu aberto ou abrigados em estruturas apropriadas; ou (b) úmidos, em piscinas abrigadas em estruturas apropriadas. (SANTOS, C., 2008). Quanto a sua destinação, existem três tipos de depósitos: (a) depósito inicial, cujo responsável é o operador; (b) depósito intermediário, cujo responsável no Brasil é a CNEN; e (c) depósito final, cujo responsável também é a CNEN (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2008).

A CNEN possui um depósito definitivo de rejeitos radioativos em Abadia, Goiás, onde estão armazenados 3.500 m<sup>3</sup> de rejeitos radioativos produzidos pelo acidente com césio-137 em 1987, e três depósitos temporários onde são armazenados 798 m<sup>3</sup> de rejeitos constituídos pelas fontes radiativas resultante das atividades de pesquisa e de outros usos, localizados no Ipen, nas dependências da USP em São Paulo; no CDTN (Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear), na cidade universitária da UFMG (Universidade

---

<sup>149</sup> Refere-se à classificação da IAEA.

Federal de Minas Gerais), em Belo Horizonte, e no IEN, nas dependências da UFRJ, no Rio de Janeiro, onde estão armazenados (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2011).

Há mais dez depósitos iniciais a cargo das operadoras:

(a) Na URA-Caetité da INB os resíduos da mineração, que contêm 30% de urânio<sup>150</sup> não beneficiado, é levado a terreno escolhido próximo à mina, conhecido como depósito de rejeitos sólidos. A deposição de rejeitos é realizado em camadas, o minério exaurido é encapsulado entre camadas de minério estéril. Desse modo, o urânio ainda contido é blindado pelo estéril permitindo um possível futuro reaproveitamento. Pelo inventário da IAEA (2011), em março de 2011, correspondiam a 1.469.503 toneladas de rejeitos sólidos. As 79.837 toneladas de rejeitos líquidos (águas residuais) estão armazenadas em piscinas. Outros rejeitos da mineração e beneficiamento, como solventes, emulsões, restos de metal, e outros materiais contaminados estão acondicionados em 166 tambores<sup>151</sup> de 200 litros (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2011);

(b) Um depósito da INB na UTM (Unidade de Tratamento de Minérios), antiga CIPG (Complexo Industrial de Poços de Caldas), em Poços de Caldas, Minas Gerais, que guarda 2.245.843 toneladas de rejeitos, incluindo rejeitos gerados durante o processo de beneficiamento, armazenados em bacias de rejeitos, cava da mina, contêineres de concreto, galpões, silos e trincheiras. (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2001; INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2011);

(c) um depósito da INB em Botuxim, Itu, São Paulo, onde estão armazenados em silos de concreto, 1.943 m<sup>3</sup> de concentrados de urânio e tório (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2011);

(d) um depósito da INB, na Usin (Usina de Interlagos), São Paulo, se encontram armazenados em tambores de plástico, caixas de metal e contêineres marítimos, 1.088,26 toneladas de resíduos originários da Usam de material contaminado, torta II e mesotório,

---

<sup>150</sup> A lixiviação dinâmica, processo a ser implantado em substituição à lixiviação estática deverá aumentar o grau de extração do urânio.

<sup>151</sup> Quantidade em março de 2011.

correspondendo a 965 m<sup>3</sup> (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2011);

(e) um depósito inicial no CTMSP, em Iperó, onde são armazenados os rejeitos de baixa radioatividade do CEA (Centro Experimental Aramar) em 35 barris de 200 litros, em 2004<sup>152</sup> (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2004);

(f) Três Depósitos iniciais<sup>153</sup> para rejeitos de baixa e média atividade na CNAAA, onde estão armazenados em barris de 200 litros. O combustível exaurido, (rejeitos de alta atividade, pelas convenções internacionais) estão armazenados em 2 piscinas (depósitos iniciais) no interior de cada usina (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2004), perfazendo um total de 734 EC de Angra I e 440 EC de Angra II.

Os rejeitos produzidos por outras instalações nucleares e radiativas são entregues à CNEN, que recolhe a TLC (Taxa de Licenciamento, Controle e fiscalização das instalações e materiais nucleares e suas instalações) no valor de R\$ 5.000,00 por metro cúbico de rejeitos em troca do serviço (BRASIL, 1988a).

A deposição e a gerência dos rejeitos radiativos de alta radioatividade são os principais entraves para aceitação pública da energia nuclear, pois envolvem riscos ambientais que afetam as gerações futuras, ainda mais porque não existe ainda no mundo uma solução técnica satisfatória quanto a deposição final de material radioativo de alta atividade.

Várias foram alternativas propostas por diversos países, ao longo dos anos, algumas em estudo e outras já implementadas, para a deposição final de rejeitos radioativos. Os Estados Unidos é o autor das propostas mais extravagantes, como a deposição dos rejeitos sob o manto de gelo das calotas polares; depositá-los entre as placas tectônicas; ou lança-los no espaço e enviá-los ao sol (VICENTE, 2010). As duas primeiras foram rejeitadas por tratados internacionais; a última já ocorre mesmo sem sua institucionalização: lixo radioativo se acumula no espaço como as baterias nucleares de satélites em órbita.

---

<sup>152</sup>Os rejeitos do CTMSP na USP são transferidos ao Ipen.

<sup>153</sup> A Eletronuclear considera todos os depósitos da CNAAA, como depósitos iniciais, mas inúmeros documentos, como a PL 4709 do Sr. Antonio Carlos Mendes Thame, referem-se a esses depósitos como intermediários.

Outras alternativas foram utilizadas no passado e foram posteriormente revistas, como o lançamento no mar (Bélgica, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Rússia, República da Coreia, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos) até 1972, prática proibida pela Convenção de Londres; a deposição diretamente no solo pelos Estados Unidos em Oak Ridge e Tennessee, nas décadas de 1950 a 1970 e a deposição no solo com algum confinamento, pelos Estados Unidos, em Oak Ridge, Tennessee, Hanford e Washington; o despejo em lagoas de sedimentação, pelos Estados Unidos (Oak Ridge e Tennessee, nas décadas de 1950 a 1970); e o despejo direto em rios e lagoas, pelos EUA, em Oak Ridge e pela Rússia em Chelyabinsk (VICENTE, 2010).

Há, contudo, uma tendência para a disposição geológica como técnica de isolamento dos rejeitos radioativos, para a qual foram desenvolvidos, nos últimos anos, estudos de seleção de sítios em alguns países que possuem usinas nucleares, com destaque para Finlândia, Suécia, França, Bélgica os Estados Unidos (MARTINS, 2009). A deposição geológica é também a opção proposta pelo Brasil à AIEA para os rejeitos de alta radiatividade. No Brasil, um estudo a esse respeito foi elaborado por Vivian Borges Martins (2009).

A vitrificação de rejeitos de alta radiatividade antes da estocagem é uma técnica utilizada em diversos países, como os EUA e a França. Na França, após a vitrificação em cilindros de aço inoxidável, o combustível irradiado é estocado em poços ventilados por aproximadamente 50 anos, após o qual serão acondicionados em depósitos geológicos definitivos (BARDEZ-GIBOIRE, 2004).

O gerenciamento dos rejeitos radioativos é um ponto que exige extrema atenção na opção nuclear. Ao ser construída, uma usina nuclear é projetada para funcionar um determinado número de anos, atualmente em torno de sessenta anos. Usinas mais antigas, como as da CNAAA foram projetadas para funcionar quarenta anos. A vida útil da usina, por sua vez, irá determinar a quantidade de combustível (e de Elementos Combustíveis) necessária para o funcionamento da usina durante esse período, para o qual os depósitos – piscinas - são dimensionados. O prolongamento da vida útil de uma usina posterga o problema do descomissionamento, mas cria outro, que é o redimensionamento da capacidade de armazenamento dos depósitos úmidos<sup>154</sup>. No Brasil, a vida útil das usinas já foi

---

<sup>154</sup>Os depósitos úmidos de Angra I e Angra II já foram redimensionados.

prolongada. Para aumentar a capacidade de armazenamento das piscinas, a Nuclep desenvolveu racks-supercompactos, com blindagem de chapas de aço inoxidável borado, que inibe a reatividade dos ECs armazenados nas piscinas, permitindo uma maior aproximação entre eles, aumentando a capacidade do depósito (RIBEIRO, 2002).

Com o novo PNB reativou-se a discussão sobre a construção de depósitos definitivos no Brasil. Um dos sessenta condicionantes para a liberação da LP (Licença Prévia) de construção pelo IBAMA (MARTINS, 2009) e das condições estabelecidas pelo CNPE (Conselho Nacional de Política Energética) para a retomada da construção de Angra III foi de encontrar uma solução para a disposição final dos rejeitos gerados pelas três usinas da CNAEA (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2002), mas como não existe uma definição quanto à destinação do combustível usado, a CNEN ainda não elaborou uma norma referente a repositórios definitivos para rejeitos de alta radiatividade.

#### **4 No transporte de material radioativo**

Cargas radioativas transitam diariamente por vias de grande circulação, são transportadas por aeronaves e embarcações sem o conhecimento do público, apesar do controle pelas autoridades competentes, e sobretudo, sem a consciência das consequências de transitar ou viver perto de fontes de radiação ionizante.

[...] quando um embalado é transportado, as pessoas que residem ou circulam no itinerário percorrido pelo transporte de materiais radioativos são irradiadas, assim como aquelas pessoas que estão dentro dos veículos que viajam no mesmo sentido ou no sentido contrário próximas aos meios de transporte (RODRIGUES et al., 2011, p.1).

O desenvolvimento da indústria nuclear nos anos 1950 e a expansão das atividades envolvendo radionuclídeos resultou em um aumento no movimento de cargas radioativas e, conseqüentemente na necessidade de normas reguladoras para garantir a proteção das pessoas, os bens e o meio ambiente, contra os efeitos da radiação nas atividades de transporte desses materiais. Essa proteção seria assegurada pelo confinamento do material radioativo; o controle da intensidade da radiação emitida pelo embalado; a prevenção de situações de criticalidade, isto é da ocorrência de uma reação em cadeia; e a prevenção de

danos causados ao embalado pelo calor (AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE, 2005; MEZRAHI, 2005).

Por se tratar de uma atividade que envolve tráfego internacional, a AIEA, criada em 1957, foi encarregada em 1959, na elaboração das recomendações para o transporte de substâncias radioativas. Tais recomendações servem como base, até hoje, para regulamentos internacionais e nacionais dos Estados membros da AIEA e das organizações internacionais referentes ao transporte de materiais radioativos (RODRIGUES, 2009).

No Brasil, quatro órgãos federais regulamentam e atuam na área de transporte de materiais radioativos: (a) a Anvisa; (b) a CNEN; (c) o Ministério dos Transportes, por meio do **Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos** (BRASIL, 1988b); e (d) o Ibama, em função de sua competência no que cerne a proteção do meio ambiente, aplicando-se a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e a Resolução CONAMA nº 237 de 10 de dezembro de 1997 (INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS, 2012).

A primeira norma com referência a transporte de materiais radioativos elaborada pela CNEN, foi a norma CNEN-NE-2.01, **Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear**, aprovada pela resolução CNEN 07/81, de 27 de julho de 1981 (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1985b). Não se tratava de uma norma específica para o transporte, mas incluía as unidades de transporte. Uma norma específica para esse fim, a CNEN-NE-5.01, **Transporte de Materiais Radioativos**, seria aprovada pela resolução CNEN 13/88, de 19 de julho de 1988 (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1988), fundamentada no *Safety Series* nº 6, **Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials**, edição de 1985, da AIEA e que hoje encontra-se em revisão, após consulta pública, com base na edição 2005 do mesmo documento da AIEA. Duas outras normas, a CNEN-NE-5.02, **Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Núcleo-elétricas** (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1986), e a CNEN-NE-5.03, **Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Itens de Usinas Núcleo-elétricas** (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1989), e uma posição regulatória 5.01/001, aprovada em 2006, que excluiu as motocicletas como meio de

transporte de material radioativo<sup>155</sup> (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2006), completam a legislação específica da CNEN sobre transporte de material radiativo.

Há diversos tipos de cargas radioativas transportadas, relacionadas (a) ao ciclo do combustível, dentre os quais se destacam o transporte rodoviário do DUA<sup>156</sup> da INB de Caetité-BA ao porto de Salvador, para embarque marítimo; transporte rodoviário de hexafluoreto de urânio enriquecido do porto do Rio de Janeiro ou do aeroporto Internacional do Galeão até a INB de Resende ou até a Unidade de Aramar, em Iperó-SP; transporte rodoviário de Elementos Combustíveis entre a INB de Resende-RJ e a CNAAA, em Angra dos Reis-RJ,

(b) à medicina nuclear, como o transporte de fontes seladas para aparelhos médicos ou de radiofármacos, do Ipen, em São Paulo, para cerca de 300 clínicas e hospitais que realizam diagnósticos e tratamentos (MENGATTI, 2010), inclusive de PET (*Positron Emission Tomography*), em todo Brasil, por transporte intermodal aéreo e rodoviário e que pressupõe o transporte de outros radiofármacos ainda não produzidos –ou produzidos parcialmente – no Brasil, de aeroportos às dependências do Ipen ou de outros centros de pesquisa da CNEN, como o CDTN, em Belo Horizonte, o IEN no Rio de Janeiro ou o CRCN/NE.

(c) a outros usos da energia nuclear, como o transporte de aparelhos de gamagrafia, radioisótopos para usos na agricultura, o industriais e outros.

Os minérios e concentrados contendo urânio são classificados pela AIEA, para efeito de transporte como material BAE-I (Baixa Atividade Específica do tipo I), para o qual são acondicionados em tambores de metal de 200 litros<sup>157</sup>, do tipo industrial<sup>158</sup>. Essa classificação indica que é altamente improvável, em circunstâncias que surgem no

---

<sup>155</sup> Deduz-se que eventualmente material radioativo era transportado em motocicletas até então.

<sup>156</sup> Eventualmente, transporte rodoviário de DUA entre a Unidade de Aramar, em Iperó-SP e a INB em Caetité-BA.

<sup>157</sup> No Brasil, os tambores contendo DUA são devidamente sinalizados e, posteriormente acondicionados em containeres. O contêiner, contendo por volta de 50 tambores, pesando no total cerca de 15 t, é sinalizado e atrelado a um cavalo mecânico. São efetuadas as medidas radiométricas no veículo e na cabine do motorista (MEZRAHI, 2005, p. 18).

<sup>158</sup> A atividade total de material BAE em cada embalado industrial não pode exceder o nível de radiação externo a 3 m do embalado, sem blindagem de 10 mSv/h.

transporte, que um indivíduo pudesse incorporar uma massa suficiente de tais materiais, de forma a resultar em um dano radiológico significativo (MEZRAHI, 2005). Por outro lado, por não se tratar de um material físsil, não haveria situações de reações em cadeia, em condições normais. Quanto ao risco radiológico, a carga de DUA é rotulada como III-amarela<sup>159</sup>.

Empresas como a INB e a Eletronuclear afirmam que o transporte de materiais radioativos realizados por elas são licenciadas pelas autoridades competentes e seguem as normas de segurança exigidas, ONGs como o *Greenpeace* ou a Associação Movimento Paulo Jackson alertam para os riscos relacionados à movimentação dessas cargas. O caráter sigiloso de toda operação de transporte de material radioativo, alegado pela INB (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, 2012) garantido pela Norma CNEN-NE-2.02:2011 de **Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear**, que reza que “o SPF [Sistema de Proteção Física] deve estabelecer medidas para que as operações do transporte se processem sob absoluto sigilo, sem divulgação de espécie alguma” (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2011, p. 20), contribui para aumentar a desconfiança quanto aos riscos do transporte de cargas radioativas, na medida em que dificulta o trânsito de informações, distorcendo a percepção dos riscos reais. Essa medida visa evitar o desvio da carga, que pode resultar em maiores riscos. Mas, por outro lado, o “absoluto sigilo” pretendido pela CNEN não é total, pois a própria CNEN obriga o transportador a colocar placas de aviso visíveis, que indicam a categoria da carga radioativa.

A percepção pública dos riscos também varia a depender do tipo de carga transportada. O transporte do DUA (Diuranato de Amônio), o concentrado de urânio (de Caetité a Salvador) tem suscitado manifestações de ONGs ambientalistas como Greenpeace; Articulação Popular São Francisco Vivo; Associação Movimento Paulo Jackson - Ética, Justiça, Cidadania; CPT (Comissão Pastoral da Terra) Bahia; Gamba (Grupo Ambientalista da Bahia); e Sindicato Unificado dos Trabalhadores nos Serviços Portuários do Estado da Bahia, que resultou em uma carta enviada para os presidentes da CNEN, INB, Ibama “exigindo transparência nas atividades nucleares bem como o cumprimento das normas de segurança vigentes” (GREENPEACE et al., 2008). Diferentemente, desconhece-se

---

<sup>159</sup>Índice de Transporte máximo:  $1 < IT \leq 10$ ; e nível de radiação na superfície externa do embalado: mais que 0,5 mSv/h, mas não mais que 2 mS/h.

manifestações contra o transporte de radioisótopos ou fontes seladas para outros usos como medicina ou indústria.

As repetidas manifestações antinucleares, como a do transporte de DUA de Aramar à INB, cujo comboio de 13 carretas foi interceptado e impedido de entrar no município de Caetité, em maio de 2011, levaram o Ministro de Estado e Chefe do GSIPR a criar o Caslon (Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro) para prestar assessoria ao Ministro-Chefe do GSIPR em situações que possam comprometer a segurança das atividades nucleares do País, como atividades que impeçam ou dificultem o funcionamento de instalações nucleares e o transporte de material nuclear. A Portaria também protege o PNB da ingerência de órgãos, organizações ou entidades que não tenham competência legal para interferir nas atividades nucleares (GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2011).

A irradiação decorrente da atividade de transporte pode ocorrer em consequência a um acidente que danifique o embalado ou em condições normais de transporte. Nesse último caso, os riscos de irradiação em doses acima do indicado pelas normas nacionais e internacionais devem-se à permanência próxima ao embalado (tempo e distância) e a intensidade de radiação emitida pelo mesmo e ao risco de criticalidade.

Assim, congestionamentos do trânsito por períodos prolongados na rota de distribuição de radiofármacos, por exemplo, pode constituir riscos tanto funcionais como a pessoas que transitam ou habitem próximo ao local.

### Referências

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE. Règlement de transport des matières radioactives. Edition de 2005. Viena: AIEA, 2005.

ALMEIDA, Geângela Menezes. **Dose de exposição radiométrica no entorno das minas de Caetité-BA e Santa Quitéria-CE.** (Dissertação de mestrado). São Cristóvão: UFS, 2011.

ASSOCIAÇÃO MOVIMENTO PAULO JACKSON – ÉTICA, JUSTIÇA E CIDADANIA. **Monitoramento do Pacto de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais – PIDESC, na Bahia:** O impacto das atividades da extração e beneficiamento de urânio pelas Indústrias Nucleares do Brasil – INB, nos municípios de Caetité e Lagoa Real. Caetité: AMPJ, 2006.

BARDEZ-GIBOIRE, Isabelle. **Etude des caractéristiques structurales et des propriétés de verres riches en terres rares destinés au confinement des produits de fission et éléments à vie longue.** (Tese de doutorado). Paris: Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, 2004.

BERMANN, Celio. **Avaliação dos aspectos de segurança do projeto da usina nuclear Angra 3.** Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2012/Estudo%20Angra%203gaanti a%20Hermes%20-%20CB.pdf>>. Acesso em : 3 mar 2012.

BRASIL. Lei nº 10.308, de 20 de novembro de 2001. Dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília: 21 nov 2001, p.1.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.765, de 17 de dezembro de 1988. Institui taxa de licenciamento, controle e fiscalização de materiais nucleares e radioativos e suas instalações. **Diário Oficial da União.** Brasília: 18 dez 1988a.

BRASIL. Decreto nº 96.044 de 18 de maio de 1988. Aprova o Regulamento para o transporte Rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília: 19 mai 1988b.

CABRAL, Anya. **Energia, Tecnologia e Ambiente:** alternativas econômicas, sociais e técnica para uma política de desenvolvimento integrada atual: Urânio. (Relatório técnico) Salvador: IPS/CBPM, 2009.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei nº 4.709 de 2004 do Sr. Antonio Carlos Mendes Thame.** Dispõe sobre a proibição da construção de novas usinas nucleares até o término da construção do depósito definitivo de rejeitos radioativos. 2004.

CARVALHO, Joaquim, de. O espaço da energia nuclear no Brasil. **Estudos Avançados.** v. 26, n. 74, p. 293-307. São Paulo: IEA, 2012.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear.** Norma CNEN-2.01. Setembro de 2011. Rio de Janeiro: CNEN, 2011

\_\_\_\_\_. **Rejeitos.** Relatório Técnico. Rio de Janeiro: CNEN, 2008, 8p.

\_\_\_\_\_. **Transporte de material radioativo por motocicletas em todo território nacional.** Posição regulatória 5.01/001. Rio de Janeiro: CNEN, 2006.

\_\_\_\_\_. **Rejeitos radioativos.** Rio de Janeiro: CNEN, 2001.

\_\_\_\_\_. **Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Itens de Usinas Núcleo-elétricas.** Norma CNEN-NE-5.03. Rio de Janeiro: CNEN, 1989.

\_\_\_\_\_. **Transporte de materiais radioativos.** Norma CNEN-NE-5.01. Rio de Janeiro: CNEN, 1988.

\_\_\_\_\_. **Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Núcleo-elétricas.** Norma CNEN-NE-5.02. Rio de Janeiro: CNEN, 1986.

\_\_\_\_\_. **Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas.** Norma CNEN-6.05. Dezembro de 1985. Rio de Janeiro: CNEN, 1985a.

\_\_\_\_\_. **Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear.** Norma CNEN-2.01. Julho de 1985. Rio de Janeiro: CNEN, 1985b.

CONCEIÇÃO, Edjane Guimarães de, et al. **Estudo preliminar da lixiviação das pilhas de minério exaurido da Unidade de Concentração de Urânio -URA/INB, com vista à avaliação de impacto ambiental.** Rio de Janeiro: IRD/CNEN. [199-?].

CRUZ, Simone C. P., MIRANDA, L. L. F de e VEIGA, P. M. de O. **Província Uranífera de Lagoa Real, Bahia.** Salvador: CBPM, 2008.

ELETRONUCLEAR. **Estudo de Impactos Ambientais - EIA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.** 2006a. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/>>. Acesso em: 18 jan 2012.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.** 2006 b. Disponível em: <[http://www.eletronuclear.gov.br/pdf/relatorio\\_de\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://www.eletronuclear.gov.br/pdf/relatorio_de_impacto_ambiental.pdf)>. Acesso em: 18 jan 2012.

FERNANDES, Horst Monken, et al. **Impactos de mineração e sustentabilidade no semi-árido.** Estudo de caso: Unidade de concentração de urânio - URA (Caetité, BA). Comunicação Técnica elaborada para o XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba. Porto Alegre: ABRH, 2003.

GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Gabinete de Segurança Institucional.** 2012. Disponível em: <[http://www.gsi.gov.br/sobre/o\\_que\\_e](http://www.gsi.gov.br/sobre/o_que_e)>. Acesso em: 4 ago 2012.

GREENPEACE et al. **Urgente: Transporte de Material nuclear na Bahia.** 2008. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2008/5/carta-sobre-transporte-de-ur-n.pdf>>. Acesso em: 1 jul 2012.

HIROMOTO, Goro et al. **Introdução à gerência de rejeitos radioativos.** São Paulo: IPEN, 1999.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Estatuto Social.** 2012. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/pt-br/LeiAcesso/EstatutoSocial.pdf>>. Acesso em 20 jul 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Histórico**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/acesso-a-informacao/historico>>. Acesso em: 2 ago 2012.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **National Report of Brazil 2011 for the 4th Review Meeting of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management**. Viena: IAEA, 2011.

\_\_\_\_\_. **Principles of Radioactive Waste Management Safety Fundamentals**. Viena, IAEA, 1995.

MARTINS, Vivian Borges. **Metodologia baseada em sistemas de informação geográfica e análise multicritério para a seleção de áreas para a construção de um repositório para o combustível nuclear usado**. (Tese de doutorado). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2009.

MENGATTI, Jair. A produção de radiofármacos. In: **II Workshop Internacional ENUMAS**. Campinas: Nipe/Unicamp, 2010.

MEZRAHI, Arnaldo. **Avaliação crítica dos requisitos de segurança e radioproteção adotados para o transporte de minérios e concentrados que contêm urânio e tório**. (Tese de doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resolução CNPE nº 8 de 17 de setembro de 2002. Estabelece condições para a retomada do empreendimento de Angra III pela Eletrobrás Termonuclear S.A. - ELETRONUCLEAR. **Diário Oficial da União**. Brasília, 8 out 2002.

OLIVEIRA, José Erasmo de. **Implicações de Radioelementos no Meio Ambiente, Agricultura e Saúde Pública em Lagoa Real, Bahia, Brasil**. [200?]. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo\\_med22.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med22.pdf)>. Acesso em: 15 jan 2012.

PRADO, Georgia Reis. **Estudo de contaminação ambiental por urânio no município de Caetité-Ba, utilizando dentes humanos como bioindicadores.** (Dissertação de mestrado), Ilhéus, UESC, 2007.

SANTOS, Ricardo L. P. Angra 3: Projeto de implantação e operação. Apresentação em Power Point. In: **Seminário Energia Nuclear Pós-Fukushima.** Rio de Janeiro: GESEL, 2011.

RIBEIRO, Ademir Antonio Fraga. Fabricação e instalação de racks supercompactos para a usina nuclear de Angra 2. In: **International Nuclear Atlantic Conference-INAC,** Rio de Janeiro, 2002.

RODRIGUES, Demerval Leônidas. **Impacto radiológico devido ao transporte de radiofármacos do IPEN-CNEN/SP.** (Tese de doutorado). São Paulo: IPEN-USP, 2009.

RODRIGUES, Demerval Leônidas et al. Exposição do público devido ao transporte de radiofármacos. In: **International Joint Conference Radio 2011.** Recife, 17 a 20 mai 2011.

SANTOS, Cícero D. P. dos. Estocagem inicial de combustível irradiado. Apresentação em Power Point. In: **Simpósio LAS/ANS 2008.** Rio de Janeiro: LAS/ANS, 2008.

SANTOS, Ricardo L. P. Angra 3: Projeto de implantação e operação. Apresentação em Power Point. In: **Seminário Energia Nuclear Pós-Fukushima.** Rio de Janeiro: GESEL, 2011.

SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA – SESAB. **Informações referentes ao problemas sanitários dos municípios de Caetité e Lagoa Real.** Salvador: Governo do Estado da Bahia, 2009.

VICENTE, Roberto. Há solução para o problema dos rejeitos radiativos? (Minicurso). In : **II Workshop International ENUMAS 2010.** Campinas : Nipe /Unicamp, 2010.

## APÊNDICE E - A GESTÃO DOS RISCOS FÍSICOS NO BRASIL

No Brasil, diversos órgãos atuam na gestão dos riscos nucleares, tanto na prevenção, através de controle e licenciamento (CNEN, Ibama, Anvisa), como na gestão de um possível desastre, coordenados pelo Sipron.

### 1 A CNEN

No país, o órgão responsável em exercer o monopólio estatal do setor nuclear é a CNEN. A CNEN é uma autarquia federal, criada em 1956 e atualmente vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Sua missão de garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear traduz a preocupação com a segurança. Com esse objetivo, a DRS (Diretoria de Segurança e Radioproteção) da CNEN

[...] tem como atribuição específica o licenciamento de instalações nucleares e radiativas de forma que estas operem dentro de limites normativos garantindo a segurança da população e do meio ambiente, atuando na estrutura atual da CNEN, como regulador e fiscalizador da atividade nuclear no país (ASSOCIAÇÃO DOS FISCALIS DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NUCLEAR, 2012, sp).

atua na regulação de instalações nucleares e radiativas, como reatores, fábricas do ciclo de combustível e instalações que utilizam fontes radiativas<sup>160</sup> em qualquer área. Essas atribuições fazem da DRS, o núcleo regulador da CNEN (ALMEIDA, I., 2005).

Até abril de 2010 DRS era estruturada em duas coordenações-gerais: (a) A CGMI (Coordenação-Geral de Instalações Médicas e Industriais); e (b) a CGRC (Coordenação-Geral de Reatores do Ciclo do Combustível). Esta última, por sua vez se dividia em (i) Codre (Coordenação de Reatores); e (ii) Codin (Coordenação de Instalações do ciclo do combustível). Encontravam-se também subordinadas à DRS a Divisão de Gerenciamento de Rejeitos; a Divisão de Minerais Nucleares e Matérias Primas e a Coordenação de Salvaguardas e Proteção Física (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2009).

---

<sup>160</sup>Raios X usados para diagnósticos estão sob controle do Ministério da Saúde, pois trata-se de energia atômica e não de energia nuclear.

Em 26 de abril de 2010 foi aprovado o novo Regimento Interno da CNEN alterando sua estrutura organizacional. Pela novo regimento a DRS passa a ter duas assessorias: (a) Assessoria do Ciclo do Combustível Nuclear, e (b) Assessoria Técnica de Administração e Logística; três divisões: (a) Divisão de Indústria e Mineração do Ciclo do Combustível Nuclear, (b) Divisão de Suporte Técnico às Atividades de Regulação, e (c) Divisão de Normas; e cinco coordenações: (a) Coordenação-Geral de Licenciamento de Reatores e Ciclo do Combustível Nuclear, com uma Divisão de Inspeção Residente de Angra, (b) Coordenação-Geral de Instalações Médicas e Industriais, composta de (i) Divisão de Instalações Médicas e de Pesquisa e (ii) Divisão de Instalações Industriais, (c) Coordenação de Controle de Matérias Primas e Minerais, (d) Coordenação de Controle de Rejeitos e de Transporte de Matérias Radioativas e Nucleares, e (e) Coordenação de Salvaguardas e Proteção Física. Esta reformulação é uma resposta às auditorias operacionais do TCU de 2009.

Em 21 de janeiro de 2012, estavam registradas e autorizadas para funcionamento 26 instalações com irradiadores de grande porte para irradiação de alimentos, ou industriais, para esterilização de material médico-hospitalar; 404 clínicas de medicina nuclear, que utilizam radioisótopos para o diagnóstico de câncer, cardiopatia, osteoporose, função da tireoide e outros; 383 instalações com medidores de controle, para medir níveis de espessura e densidades; 242 laboratórios de pesquisas; 17 instalações de prospecção de petróleo em ensaios não destrutivos; 68 instalações de radiografia industrial; 33 laboratórios de análises clínicas, que utilizam radiomunensaio; 212 instalações de radioterapia; 19 instalações de manutenção de equipamentos e 29 instalações de técnicas analíticas (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2012a).

A CNEN desenvolve suas normas regulatórias com base nas recomendações da AIEA e do ICRP (*International Commission on Radiological Protection*), sem, contudo, ter a obrigatoriedade de adotá-las. As normas de segurança da AIEA são desenvolvidas em um dos quatro Comitês específicos de segurança: (a) NUSSC (*Nuclear Safety Standards Committee*)<sup>161</sup>; (b) RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*)<sup>162</sup>; (c) WASCC (*Waste Safety Standards Committee*)<sup>163</sup>; e (d) TRANSSC (*Transport Safety Standards*

---

<sup>161</sup>NUSSC, Comitê de Normas de Segurança Nucleares.

<sup>162</sup>RASSC, Comitê de Normas de segurança em Radioproteção.

<sup>163</sup>WASCC, Comitê de Normas de Rejeitos.

*Committee*)<sup>164</sup> e após aprovadas, são submetidas à aprovação da CSS (*Commission on Safety Standards*)<sup>165</sup> e posteriormente a da Junta de Governadores da AIEA (PADILHA, 2011).

O Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)<sup>166</sup>; a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)<sup>167</sup> e a SVS (Secretaria de Vigilância em Saúde)<sup>168</sup>; e o Sistema de Inspeção do Trabalho e Emprego<sup>169</sup> são outras instituições que também exercem poder de polícia na área nuclear (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006).

Além da função reguladora, cabe a CNEN uma enorme gama de competências, como colaborar na formulação da Política Nacional da Energia Nuclear; a elaboração do Programa Nacional de Energia Nuclear; pesquisas científicas; prestação de serviços; guarda de rejeitos radioativos; produção e comercialização de materiais e equipamentos relacionados à questão nuclear<sup>170</sup>; licenciamento, fiscalização, fixação de preços de materiais nucleares; estabelecimento e controle de estoque de materiais físeis e férteis e definição de reservas de minérios nucleares<sup>171</sup>; e por último, cabe à CNEN e suas subsidiárias e controladas, a comercialização de materiais nucleares<sup>172</sup>.

A organização do setor nuclear iniciou-se na década de cinquenta, no pós-guerra, quando “a principal preocupação quanto à energia nuclear estava relacionada à defesa nacional” (TAVARES, 2005, p.26). Isso levou a uma concentração das atividades nucleares sob um restrito controle do Estado. A criação, primeiro do CNPq e depois da CNEN correspondeu a essa época. A opção de uso apenas civil da energia nuclear priorizou a preocupação com a segurança das populações e do meio ambiente, mas não houve, em contrapartida, uma

---

<sup>164</sup> TRANSSC, Comitê de Normas de Transporte.

<sup>165</sup> CSS, Comissão de normas de Segurança.

<sup>166</sup> com competência na referência aos impactos ambientais de instalações que utilizem e manipulam materiais nucleares (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006, p. 38).

<sup>167</sup> A Anvisa é vinculada ao ministério da Saúde, porém é gerida por uma diretoria colegiada (CARVALHO, C., 2005).

<sup>168</sup> com competência no tocante à fiscalização das especificações e qualidade de radiofármacos, equipamentos e radioisótopos utilizados em tratamentos médicos em radiodiagnóstico, medicina nuclear e radioterapia (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006, p. 38).

<sup>169</sup> com atribuições na fiscalização das condições de segurança dos trabalhadores regidos pela CLT (Consolidação das Leis do Trabalho).

<sup>170</sup> Artigo 2º da lei 6.189/74 (BRASIL, 1974).

<sup>171</sup> Arts. 7º, 8º, 10º a 15º e 17º da lei 6.189/74 (BRASIL, 1974).

<sup>172</sup> Artigo 19º da lei 6.189/74. (BRASIL, 1974).

flexibilização do controle da energia nuclear pelo Estado. A CNEN continuou exercendo a tripla função, de planejar, produzir e fiscalizar a energia nuclear no país, quando o lógico seria a separação entre as funções de política nuclear, regulação e produção. A falta de segregação se agravou com a criação de empresas mistas, onde se confundem interesses públicos e privados, num setor de monopólio do Estado.

O conflito de interesses é constatado dentro da própria CNEN, na qual pareceres técnicos dos fiscais sobre segurança são desconsiderados pela Diretoria da CNEN por motivos políticos, estratégicos ou econômicos (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006). Segundo o relatório do Grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara de Deputados (2006) foi o que ocorreu em outubro de 2004, referente à autorização para a operação da Usina de Beneficiamento de urânio de Caetité (atual URA-Caetité), Bahia, quando a Diretoria autorizou a operação da URA, apesar do parecer contrário dos fiscais.

[...] o Parecer Técnico dos fiscais concluiu pela não emissão da autorização para operação da instalação. Existiam três exigências de segurança, uma delas ligada ao acidente ocorrido no início de 2004, com liberação para o meio ambiente de efluentes contaminados por urânio e tório, que segundo a legislação nuclear brasileira impediriam o seu funcionamento (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006, p. 76).

Esses conflitos representam uma vulnerabilidade do sistema de controle dos riscos. A operação de instalações em desconformidade com as normas de segurança estabelecidos implicam em maiores riscos físicos.

Concomitantemente, constata-se uma falta de transparência na comunicação externa dos riscos, afetando diretamente a percepção. Em 2001, um vazamento de radiação no Hospital Aristides Maltez, em Salvador resultou na abertura de uma sindicância, segundo Rogério Gomes, presidente da Afen “não para investigar o vazamento da radiação e sim o vazamento da informação, que para a direção [da CNEN] era sigilosa” (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006, p. 82). Esse episódio resultou, em 2003, na imposição da assinatura, pelos funcionários da CNEN, de uma declaração de sigilosidade, embora não haja uma lei de confidencialidade de

documentações relativa a atividades nucleares<sup>173</sup> (COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2006).

Os principais fatores que afetam a eficácia da CNEN como órgão regulador, contribuindo para um aumento nos riscos são, portanto: (a) a sobreposição de competências com outros órgãos reguladores como Anvisa, Ibama ou SVS; (b) a subordinação de empresas mistas como Nuclep e INB, que dependem de processos de licenciamento da CNEN e cujo objetivo é a busca do lucro; (c) a falta de legislação sobre penalidades e ações coercitivas em caso de violação de legislação exceto na Lei de Responsabilidade Civil por Danos Nucleares, que especifica os crimes e as penas para os transgressores (BRASIL, 1977); e (d) falta de transparência e visibilidade (ALMEIDA, I., 2005).

## **2 O Sipron (Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro)**

O Sipron foi instituído pelo Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980 e regulamentado pelo Decreto nº 2.210 de 22 de abril de 1997 com o objetivo de

[...] assegurar o planejamento integrado, coordenar a ação conjunta e a execução continuada de providências que visem a atender às necessidades de segurança das atividades, das instalações e dos projetos nucleares brasileiros, particularmente do pessoal neles empregados, bem como da população e do meio ambiente com ele relacionados (BRASIL, 1997, sp).

Inicialmente, o Sipron era constituído por “um conjunto de organizações públicas - federais, estaduais e municipais – e privadas” coordenado pela Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional da Presidência da República (BRASIL, 1980). De 31 de agosto de 2001 (BRASIL, 2001) até 10 de agosto de 2009 (BRASIL, 2009) o Ministério de Ciência e Tecnologia exerceu a função de Órgão Central do Sipron,

Na presente data, está vigente o Decreto nº 2.210, que atribui à já extinta Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República a responsabilidade como Órgão Central do Sistema, sem que tenha sido promulgada qualquer alteração no diploma legal maior, o Decreto-Lei nº 1.809, que mantém essa atribuição à, também extinta, Secretaria-Geral do Conselho de

---

<sup>173</sup> Existe uma Norma Geral para o Planejamento e a Execução da Proteção ao Conhecimento Sigiloso, a NG-08, do Sipron, aprovada pela Portaria nº 145/SAE, de 7 de dezembro de 1998, que indica que a CNEN deverá elaborar e supervisionar o Plano Diretor de Proteção ao Conhecimento Sigiloso, no âmbito de sua competência legal (SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, 1998).

Segurança Nacional (BRASIL, 2012b, sp).

Atualmente, o Órgão Central do Sipron é o GSIPR (Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República), responsável pela orientação superior, pela coordenação geral e pela supervisão do Sistema, e conta com a assessoria do Copron (Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro, que é composto por integrantes de diversos órgãos da administração direta e indireta (BRASIL, 2012b).

Abaixo da coordenação do GSIPR, o Sipron possui cinco órgãos setoriais: a CNEN, do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação, o Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego, a Sedec (Secretaria Nacional de Defesa Civil) do MI (Ministério da Integração Nacional), o Ibama e a Abin (Agência Brasileira de Inteligência) do GSIPR; com órgãos de execução seccional, como a INB, a Eletrobras, a Eletronuclear e entidades de ensino e pesquisa científicas (federais, estaduais ou privadas) que participem em projeto ou atividade nuclear ou, ainda que possuam instalação nuclear no país; com unidades operacionais, como reatores de potência, instalações do ciclo do combustível, instalações de ensino e pesquisa ligadas ao PNB; e com órgãos de apoio, como o Ministério da Justiça, o Ministério da Defesa, o MRE, o Ministério da Fazenda, o Ministério dos Transportes, o Ministério da Saúde, o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o Ministério das Comunicações, os Governos estaduais e municipais em cujos territórios se desenvolvam projetos ou atividades do PNB e empresas ou entidades do setor privado que prestam serviços relacionados com a segurança de projetos e atividades do PNB (BRASIL, 2012a; MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2012).

Desde 2004, tramitava na Câmara dos Deputados o Projeto de lei nº 2.881, de iniciativa da Presidência da República, que instituía o Sipron. O Projeto, que foi aprovado pela CCJC em dezembro de 2010, revogava as denominações dos órgãos ligados ao Sipron previstas no Decreto-Lei nº 1.809. Em julho de 2012 o Projeto foi aprovado pela CCJC do Senado Federal, em outubro, o plenário da Câmara votou o texto substitutivo do Senado. O projeto aguarda a sanção presidencial. A lentidão com a qual o projeto tramitou mostra em que medida a preocupação com os riscos nucleares não era prioritária para o legislativo, antes do acidente de Fukushima.

Apesar dos avanços na construção de um arcabouço legal para ações visando a proteção da população, dos trabalhadores e do meio ambiente frente aos riscos nucleares, o gerenciamento de uma situação de emergência nuclear, previsto na NI-01 (Norma Interna) do Siproon (SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, 1997) seria insuficiente para enfrentar uma acidente nuclear na CNAAA como ocorreu em Fukushima, em março de 2011. O PEE (Plano de Emergência Externo), o PEM (Plano de Emergência Municipal), o PEC<sub>(2)</sub> (Plano de Emergência Complementar) e o PNP (Plano de Notificação Pública), que estabelecem “as medidas de proteção à população a serem implementadas fora da área de propriedade da Unidade Operacional, na ocorrência de acidente nuclear” (SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, 1997) não conseguiriam ser convenientemente cumpridos<sup>174</sup>, dadas as condições atuais, por diversas razões, tais como por exemplo, falta de recursos dos municípios atingidos, falta de rotas de fuga convenientes, inadequação das construções habitacionais à proteção contra eventuais fugas de radiação, o alarme das sirenes de alerta não alcança a totalidade da população abrangida.

### **3 A Política Nacional de Defesa Civil**

Desde dezembro de 1994, o Brasil mantém uma PNDC (Política Nacional de Defesa Civil), que tem como objetivo, a redução dos desastres no país (CERRI NETO, 2007). O Sindec (Sistema Nacional de Defesa Civil) entende “defesa civil” como “o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar os desastres ou minimizar seus impactos para a população e restabelecer a normalidade social” (BRASIL, 2010).

No Brasil, o enfoque de gestão de risco é descentralizado. Os municípios devem coordenar a responsabilidade da redução de risco. As disposições administrativas e a legislação propõem somente um marco legal para a redução dos riscos de desastres. A exclusiva aplicação da política nacional de defesa civil, leis e regulamentos pertinentes por parte das entidades oficiais não é suficiente para diminuir a vulnerabilidade das pessoas expostas ao risco de ameaças (ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCION DE LOS DESASTRES, 2007, p.3).

A descentralização pretende criar um sentimento de responsabilidade perante os riscos de

---

<sup>174</sup>Referindo-se ao CNAAA, em Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

desastres, de modo que sejam tomadas medidas preventivas para a diminuição dos mesmos. Não basta, no entanto, modificar a legislação. Municípios e às vezes Estados, não possuem quadros profissionais especializados, orçamento, equipamentos que lhes permitam antecipar os riscos ou minimizar os impactos.

Pese as iniciativas governamentais estaduais e municipais na direção da prevenção dos desastres, entre eles um acidente nuclear, não existe no país uma cultura da prevenção. A Defesa Civil tem sido acionada na maioria das vezes para minimizar os impactos de desastres. Segundo Almeida e Pascoalino (2010) a cultura do risco em países desenvolvidos difere daquela em países em desenvolvimento, “cujas realidades políticas, sócio-econômicas e culturais não corroboram para uma gestão de riscos com tal maturidade de atuação” (ALMEIDA, L.; PASCOALINO, 2010, p. 6).

### Referências

ALMEIDA, Ivan Pedro Salati de. **Avaliação de fatores que afetam a eficácia de órgãos reguladores**: uma aplicação ao setor nuclear. (Tese de doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2005.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz; PASCOALINO, Aline. Gestão de risco, desenvolvimento e (meio) ambiente no Brasil: Um estudo de caso sobre os desastres naturais de Santa Catarina. In: **I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço**. Rio Claro: UNESP, 2010.

ASSOCIAÇÃO DOS FISCAIS DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NUCLEAR. **Sobre a inconstitucionalidade do Plano Diretor de Proteção ao conhecimento Sigiloso da Comissão Nacional de Energia Nuclear**. Disponível em: <<http://www.afen.org.br/sigilo.pdf>>. Acesso em: 23 jan 2012.

BRASIL. **Histórico**. Disponível em : <<http://sipron.gsi.gov.br/historico>>. Acesso em : 26 jan 2012a.

\_\_\_\_\_. Presidência da República Federativa do Brasil. **Estrutura**. Disponível em : <<http://sipron.gsi.gov.br/estrutura>>. Acesso em : 26 jan 2012b.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.340, de 1 de dezembro de 2010. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: 2 de dezembro de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm)>. Acesso em: 29 jan 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.931, de 11 de agosto de 2009. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Gratificações de Exercício em Cargo de Confiança do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 12 ago 2009.

\_\_\_\_\_. Medida Provisória nº 2.216-37, de 31 de agosto de 2001. Altera dispositivos da Lei nº 9.649 de 27 de maio de 1988, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: 1 set 2001b. (edição extra).

\_\_\_\_\_. Decreto nº 2.210 de 22 de abril de 1997. Regulamenta o Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980, que instituiu o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 abr 1997.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 85.565, de 18 de dezembro de 1980. Regulamenta o Decreto-lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980, que institui o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, dez 1980.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.453, de 17 de outubro de 1977. Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 18 out 1977.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974. Altera a Lei no 4.118 de 27 de agosto de 1962 e a lei nº 5.740 de 10 de dezembro de 1971, que criaram respectivamente a Comissão nacional de Energia nuclear – CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear – CBTN, que passa a denominar-se Empresas Brasileiras S/A – Nuclebras e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 17 dez 1974.

CARVALHO Claudio Viveiros. **Atuação da Anvisa na fiscalização do setor nuclear brasileiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2005.

CERRI NETO, Mauro. **Aspectos jurídicos das atividades de defesa civil**. Brasília: MIN, 2007.

COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Relatório do grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2006. Disponível em: <[http://www.qualidade.eng.br/relatorio\\_final\\_nuclear.pdf](http://www.qualidade.eng.br/relatorio_final_nuclear.pdf)>. Acesso em: 22 jan 2012.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Atividades**. Disponível em: <<http://www.CNEN.gov.br/aCNEN/atividades.asp>>. Acesso em: 21 jan 2012a.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCION DE DESASTRES. **Informes sobre el progreso en la implementación del Marco de Acción de Hyogo – BRASIL**, 2007. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres - Las Américas. Disponível em: <[http://www.preventionweb.net/files/1302\\_Brazil.pdf](http://www.preventionweb.net/files/1302_Brazil.pdf)>. Acesso em: 28 jan 2012.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro**. Disponível em: < <http://www.defesacivil.gov.br/cenad/sipron.asp>>. Acesso em: 24 jan 2012.

PADILHA, Angelo Fernando. **O papel da CNEN no uso seguro das instalações nucleares radioativas**. (Apresentação em Power Point). Rio de Janeiro: TCU, 2011.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. **Norma Interna para Instalação e Funcionamento do Centro Nacional para o Gerenciamento de uma Situação de Emergência Nuclear - NI-01.** 1997. Disponível em: <<http://sipron.gsi.gov.br/legislacao/norma-interna-para-instalacao-e-funcionamento-docentro-nacional-para-o-gerenciamento-de-uma-situacao-de-emergencia-nuclear-ni-01/>>. Acesso em: 27 jan 2012.

\_\_\_\_\_. **NG-08 - Norma Geral para o Planejamento e a Execução da Proteção ao Conhecimento Sigiloso.** Aprovada pela Portaria nº145/SAE, de 7 de dezembro de 1998. Disponível em: <<http://sipron.gsi.gov.br/legislacao/norma-geral-para-o-planejamento-e-a-execucao-da-protecao-ao-conhecimento-sigiloso-ng-08/>>. Acesso em: 26 jan 2012.

TAVARES, Wagner Marques. **Legislação nuclear no Brasil, Estados Unidos, Austrália, Canadá e Alemanha.** Estudo. Brasília: Câmara dos Deputados, 2005.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Auditoria Operacional no Programa Nacional de Atividades Nucleares. Avaliação da Atuação da CNEN na Fiscalização, Licenciamento, Regulação e Fomento do Setor Nuclear. **Ata nº 11/2009** da sessão ordinária de 25/3/2009.

## APÊNDICE F – OS EFEITOS DA RADIOATIVIDADE NOS SERES VIVOS

Os efeitos da radioatividade no corpo humano são aqueles observados quando a radiação ionizante interage com o tecido vivo. Nessa interação ocorre transferência de energia, que pode provocar ionização e excitação dos átomos e modificações na estrutura das moléculas.

Há três tipos de efeitos: (a) os físico-químicos, que acontecem instantaneamente; (b) os biológicos, em intervalos de tempo que variam de minutos a anos; e (c) os orgânicos, que são as doenças. A gravidade desses efeitos depende do tipo de radiação (alfa, beta e gama), da dose absorvida, da taxa de absorção e da radio-sensibilidade dos tecidos.

A radiação alfa não consegue penetrar nem 0,1 da pele, mas sua inalação ou ingestão podem ser muito danosas; a radiação beta tem efeitos superficiais; a radiação gama, tem grande poder de penetração.

A exposição pode ser externa ou interna. Esta última resulta da entrada de material radioativo no organismo por inalação, ingestão, ferimentos ou absorção pela pele.

Os efeitos da radiação podem ser determinísticos, que resultam na morte celular ou estocásticos, que levam à transformação celular e não apresentam limiar de dose.

Os efeitos biológicos de uma exposição rápida são diferentes dos efeitos de uma exposição prolongada. No primeiro caso, a radiação provoca a morte celular e os efeitos se manifestam em algumas horas, dias ou semanas. No segundo caso, a exposição à radiação é melhor tolerada, pois parte das células lesionadas se auto-recupera. Doses fracas de radiação, incapazes de destruir células podem provocar mutações celulares cujos efeitos só serão observados anos depois. Uma mutação celular em células reprodutoras (germinativas), como espermatozoide ou óvulo, pode resultar no nascimento de uma criança portadora dessa mutação (AZEVEDO, [200?]).

### Referências

AZEVEDO, Ana Cecília Pedrosa de. **Radioproteção em serviços de saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, [200?].

## ANEXO A - MANIFESTO DA ARTICULAÇÃO ANTINUCLEAR BRASILEIRA

Nós, organizações da sociedade civil, movimentos sociais e pesquisadores, abaixo-assinados, mobilizados pelo grave acidente nuclear de Fukushima, declaramos nossa firme oposição à retomada do Programa Nuclear Brasileiro, pelas seguintes razões:

A energia nuclear é suja, insegura e cara. O ciclo do nuclear – da mineração do urânio, ao problema insolúvel da destinação do lixo radioativo – revela-se insustentável do ponto de vista social, ambiental e econômico.

A usina nuclear é uma falsa solução para evitar o aquecimento global. Como os reatores não emitem gás carbônico (CO<sub>2</sub>) – o principal dos gases do efeito estufa – os defensores desta energia tentam convencer a sociedade que ela é limpa e segura. Não é limpa, de forma alguma, pois o ciclo de produção de seu combustível – que começa com a mineração do urânio e termina no descomissionamento das instalações – apresenta relevantes e cada vez maiores emissões de gases de efeito estufa.

Há suficiente produção de energia no Brasil, porém mal distribuída. Atualmente o consumo se concentra em seis setores da indústria: siderurgia, cimento, papel e celulose, alumínio, petroquímica e ferro-liga, atividades que respondem por 30% da demanda de energia no país. Só o consumo anual da indústria de alumínio é equivalente a duas vezes o total da energia produzida por Angra 2.

Não existe lugar apropriado para confinar o lixo nuclear em nenhuma parte do mundo. Rechaçamos qualquer política energética que ameace as gerações presentes e futuras.

O manejo e transporte de substâncias radioativas pelas precárias estradas e portos brasileiros é inseguro e coloca em risco cidades vizinhas das rodovias e portos, bem como moradores de grandes cidades como Rio de Janeiro e Salvador.

A geração de energia nuclear é caríssima. E o custo para o encerramento adequado das atividades das usinas antigas é altíssimo, o que torna irracional, em termos financeiros, o investimento neste tipo de energia.

A energia nuclear representa menos de 2% da matriz energética brasileira. Investindo-se em eficiência energética é perfeitamente possível dar fim a essa produção, sem ônus para o contribuinte e para a geração de energia.

A energia nuclear é perigosa para a humanidade, pois seu sub-produto pode ser usado para produzir armas atômicas. Cada instalação nuclear é uma ameaça em caso de acidente, atentado ou guerra.

Não se verifica transparência ou participação popular no acesso à informações sobre o ciclo da energia nuclear. Sob o falso argumento do “segredo militar”, alimenta-se a desinformação da população sobre um assunto que diz respeito à sua vida e segurança.

Os acidentes nucleares de Three Miles Island, Chernobyl, Goiânia e Fukushima evidenciam que as normas nacionais e internacionais de segurança não são cumpridas. Em Goiânia (1987), 19g de Césio abandonado irregularmente num hospital desativado causou a morte de 4 pessoas, a contaminação direta e indireta de milhares de pessoas e gerou mais de 6.000 toneladas de lixo radioativo.

A mineração em Caetité, recordista em acidentes e multas ambientais (não pagas) na Bahia, vem contaminando a água no entorno da mina, ameaçando a integridade ambiental, a segurança alimentar e a saúde da população. Há suspeita de ter contaminado seus trabalhadores.

Nas duas usinas de Angra dos Reis, onde há um histórico de acidentes e interrupções de funcionamento por problemas técnicos (inclusive com a contaminação de empregados), não existe um plano - sério e crível - de evacuação da população, em caso de emergência.

Os reatores não sofreram significativas alterações ou inovações tecnológicas que garantam a sua total segurança, continuando a apresentar riscos sérios, inerentes à manipulação do átomo.

Por estes motivos, reivindicamos:

O fim do Programa Nuclear Brasileiro;

O cancelamento da construção da Usina de Angra 3;

O cancelamento dos planos de construção de novas usinas nucleares no país;

O fim da mineração e do processamento de urânio, em todas suas modalidades;

Resolução imediata para os danos sociais e ambientais das localidades onde houve exploração de urânio ou instalação de depósitos de material radioativo, bem como justa indenização para seus habitantes e trabalhadores de instalações nucleares;

Desativação das usinas de Angra 1 e 2;

Participação da sociedade civil em todos os processos de tomada de decisão relativos à indústria nuclear e amplo debate público sobre energia nuclear;

Separação imediata entre fiscalização e operação/fomento e criação de um órgão especializado em segurança nuclear e radiológica;

Fomento a uma política energética baseada na descentralização da geração de energia, eficiência energética e utilização de fontes limpas, renováveis, e sócio ambientalmente corretas;

Reconhecimento público dos direitos dos atingidos direta e indiretamente pela contaminação radioativa, com indenização e assistência integral à saúde;

Aprovação das iniciativas legislativas de regulamentação da produção e comercialização de energias limpas e renováveis;

Efetiva democratização, transparência e desenvolvimento do debate público sobre as informações referentes às atividades nucleares no Brasil, especialmente sobre os sinistros e impactos sobre o meio ambiente e a saúde da população.

Junho de 2011

### Referências

ARTICULAÇÃO ANTINUCLEAR BRASILEIRA. **Manifesto da Articulação antinuclear brasileira.** Disponível em:

<<http://antinuclearbr.blogspot.com.br/2011/06/articulacao-antinuclear-brasileira.html>>.

Acesso em set 2012.

## ANEXO B - CARTA DE ITACURUBA

Nós, cidadãos, cidadãs e entidades promotoras e participantes da Caravana Antinuclear que percorreu, entre os dias 28 e 31 de outubro de 2011, as cidades de Belém do São Francisco, Floresta, Itacuruba e Jatobá, em Pernambuco, ameaçadas pela possível instalação de uma usina nuclear, ao concluir a Caravana, dirigimo-nos às autoridades e a toda sociedade da região, do Nordeste e do Brasil. Através desta carta compartilhamos o resultado destes dias intensos de intercâmbio, aprendizagem e compromisso. Música, poesia, teatro, feira de ciências, fotos, cartazes, oficinas de desenho com crianças, palestras e debates foram oportunidades de informação farta e segura, que o povo da região soube aproveitar, já que não obtém das autoridades.

Uma conclusão cristalina fica da Caravana: O POVO NÃO QUER USINA NUCLEAR! Suas razões, se já eram suficientes após os desmantelos vividos com a mega obra da Barragem de Itaparica, ficaram ainda mais claras com as informações disponibilizadas pela Caravana. Não precisamos da energia termonuclear, porque ela é suja, perigosa e cara. Sob qualquer ponto de vista – social, ambiental, político, econômico e cultural – ela é insustentável e indefensável. Por que retomá-la neste momento, após o acidente de Fukushima, quando a maioria dos países dela desiste? O Programa Nuclear Brasileiro, até hoje desconhecido da sociedade, tem que ser imediatamente suspenso. Neste sentido, apoiamos a recém lançada Proposta de Emenda Constitucional Antinuclear de Iniciativa Popular.

Temos, como nenhum outro país, muitas e diversificadas fontes de energia: biomassa, solar, eólica, das marés – a serem desenvolvidas com respeito às pessoas e ao meio ambiente. Suspeita-se que a motivação da construção das usinas nucleares no Brasil é a produção bélica, nos levando a repudiá-las ainda mais.

O que a nossa região precisa não é de mais uma mega obra problemática, reavaliada e rejeitada pelas grandes potências mundiais, as mesmas que financiam o programa nuclear no Brasil. Carecemos de investimentos públicos como: educação, saúde, segurança, soberania alimentar e hídrica, economia popular e solidária, convivência com o semiárido,

agilidade no processo de identificação e demarcação das terras tradicionais, revitalização do São Francisco, dentre outros. Para isso, contem com nosso apoio e participação. USINA NUCLEAR NÃO!

A hora grave vivida pela humanidade e pelo planeta exige de nós, mesmo ao revés de interesses econômicos, posturas éticas, de responsabilidade mútua pelo Bem-Comum das atuais e futuras gerações. A presença ainda numerosa de povos originários nesta região nos possibilita o resgate de suas tradições culturais, junto com a demarcação de seus territórios, para um diálogo intercultural e afirmação de utopias de “um outro mundo possível”, sem a ameaça nuclear.

*Itacuruba, 30 de outubro de 2011.*

Aldeia da Paz Rio+20/PE - Articulação Antinuclear Brasileira - Articulação Popular São Francisco Vivo (SFVivo) - Articulação e Organização dos Povos Indígenas do Nordeste, Minas Gerais e Espírito Santo (APOINME) – Associação Ambientalista da Cidade de Camaragibe/PE - Associação Brasileira dos Estudantes de Engenharia Florestal (ABEEF) - Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto (ABREA) - Associação Cultural Arte Ecologia (ASCAE) /BA - Associação de Estudos Costeiros e Marinhos (ECOMAR) - Associação dos Beneficiários do Projeto Miguel Arraes de Alencar/Petrolândia/PE - Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB) – Associação Movimento Paulo Jackson - Ética, Justiça, Cidadania/BA - Caritas NE2 – Centro das Mulheres do Cabo/PE - Centro Cultural Comunitário Direito de Ser/Itacuruba/PE - Coalização Brasileira Contra as Usinas Nucleares - Comissão Pastoral da Terra (CPT) - Comissão Paroquial de Meio Ambiente de Caetité/BA - Comitê Pernambucano para a Rio+20 - Comunidades e Povos Indígenas dos Pankará, Pankararu, Tuxá, Pankararé, Atikum, Neopankararé – Comunidades Quilombolas Negros de Gilú, Poço dos Cavalos e Ingazeira/Itacuruba – Comunidade Quilombola Conceição das Crioulas/Salgueiro/PE - Confraria do Rosário (Remanescentes de Quilombo)/Floresta/PE – Confraria dos Romeiros de Floresta/PE - Conselho Indigenista Missionário (CIMI) - Conselho Municipal de Meio Ambiente/Jatobá/PE - Diocese de Floresta – Eco Vida/Cabo/PE - Ecocentro Bicho do Mato/PE - Executiva Nacional dos Estudantes de Veterinária (ENEV) – Executiva Nacional dos Estudantes de Serviço Social (ENESSO) – Federação Nacional dos

Estudantes de Direito (FENED), Federação de Órgãos para a Assistência Social de Educação (FASE) - Fórum de Reforma Urbana de Recife/PE (FERU) - Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (FEAB) - Fundação Heinrich Böell - Greenpeace - Grêmio Estudantil Ação Jovem/Belém do São Francisco/PE – Grupo de Defesa e Promoção Socioambiental (GERMEN)/BA - Igrejas Evangélicas de Jatobá/PE – Instituto Bioeste/BA - Instituto Búzios/BA - Instituto Quilombista/BA - Grupo Ambientalista da Bahia (Gambá) - Instituto da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA)/Juazeiro/BA – Movimento Ecosocialista de Pernambuco (MESPE) - Movimento Iniciativa Popular Contra Usinas Nucleares - Ong Ideação - Paróquias de Belém de São Francisco, Floresta, Itacuruba e Jatobá/PE - Prefeitura de Jatobá/PE – Projeto para o Semiárido Tacaratu (PROSA)/PE - Rede Ciranda Solidária/PE – Projeto de Educação para uma Cultura de Paz - Rede Brasileira de Justiça Ambiental/Grupo de Trabalho Combate ao Racismo Ambiental - Rede Virtual Cidadã pelo Banimento do Amianto para a América Latina - Secretaria de Educação de Jatobá/PE - Secretaria de Cultura de Itacuruba/PE – Secretaria de Educação de Floresta/PE – Serviço Pastoral dos Migrantes no Nordeste (SPM\_NE) - Sindicato dos Professores de Floresta/PE – Sindicato dos Químicos de São Paulo/SP - Cooperativa Agropecuária Familiar do Assentamento Angico II (COOPAFITA) / Itacuruba/PE.

### Referências

WHITAKER, Chico (org.). **Por um Brasil livre de usinas nucleares: por que e como resistir ao lobby nuclear.** São Paulo: Paulinas, 2012.