

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG (EN) Marcio Ximenes Virgínio da Silva

O PROTOCOLO ADICIONAL AO ACORDO DE SALVAGUARDAS COM A AGÊNCIA  
INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA

Os possíveis impactos na construção e operação do Laboratório de Geração de Energia  
Nucleoelétrica

Rio de Janeiro

2019

CMG (EN) Marcio Ximenes Virgínio da Silva

O PROTOCOLO ADICIONAL AO ACORDO DE SALVAGUARDAS COM A AGÊNCIA  
INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA

Os possíveis impactos na construção e operação do Laboratório de Geração de Energia  
Nucleoelétrica

Tese apresentada à Escola de Guerra Naval, como  
requisito parcial para a conclusão do Curso de  
Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CF (RM1) Marcos Valle Machado  
da Silva

Rio de Janeiro

Escola de Guerra Naval

2019

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa Silvia e aos meus filhos Thiago e Felipe, pelo amor incondicional, carinho e compreensão nos vários momentos em que me ausentei do convívio familiar, proporcionando-me a tranquilidade necessária para a elaboração desta tese.

A meus pais, Joel e Sylvia, pelas orações e palavras de incentivo que sempre se fizeram presentes.

Ao meu orientador, CF (RM1) Valle, pelas sugestões e intervenções oportunas que muito contribuíram para elaboração da tese.

Aos chefes navais que dispuseram de seu tempo para compartilhar experiências e informações que foram valiosas na depuração de dados e na condução de análises fundamentais para o entendimento da situação real dos temas aqui abordados.

Aos meus colegas da Turma CPEM 2019, pelo convívio fraterno e pela oportunidade de estabelecer novos laços de companheirismo e reforçar antigas amizades.

À Escola de Guerra Naval, pelos ensinamentos transmitidos no Curso de Política e Estratégia Marítimas de 2019, que contribuíram para o meu aprimoramento profissional.

À Marinha do Brasil, por proporcionar a oportunidade aos oficiais do Corpo de Engenheiros da Marinha de conviver com os oficiais dos demais corpos, dividindo experiências, durante um ano, nesta casa do saber naval, garantindo uma interação fundamental para a condução de atividades futuras, em que a harmonia profissional e a camaradagem, proporcionadas por este convívio, são fator de força para o alcance do sucesso da instituição.

A Deus, pela saúde e vida.

## RESUMO

A Marinha do Brasil possui dois objetivos principais em relação à tecnologia nuclear: o domínio do ciclo do combustível nuclear, alcançado em 1982, sendo refinado desde então; e a construção de um Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE), que está sendo executada, com previsão de início de comissionamento em um horizonte de dois anos. Ambos objetivos estão relacionados com a construção do primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro (SNBR). Por se tratar de um projeto inédito e de grande impacto, por questões de segurança, a Marinha do Brasil adotou um procedimento similar ao utilizado por alguns países que já dominam esta capacidade, que é a construção de um laboratório em terra, onde serão instalados equipamentos semelhantes aos utilizados no submarino, possibilitando a execução de testes necessários para a confirmação das condições previstas em projeto, em um ambiente controlado e com uma estrutura mais estável, quando comparado a do SNBR. O LABGENE é uma etapa imperativa para a construção e operação segura do SNBR. Somada a esta condição, o LABGENE é um projeto que atende ao critério da tríplice hélice, unindo o governo, a indústria e a academia em torno da aplicação dual e do relevante arrasto tecnológico propiciado por este empreendimento. Diversos setores poderão aproveitar o LABGENE para desenvolvimento de projetos ligados à saúde, agricultura, energia e indústria metal mecânica. Por se tratar de uma instalação nuclear, o LABGENE está sujeito às salvaguardas nucleares em nome da não proliferação de artefatos de destruição em massa e do uso estritamente pacífico da tecnologia nuclear, em conformidade com os acordos assinados pelo Brasil com os organismos internacionais, como o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares e o Acordo Quadripartite. No entanto, existe uma pressão internacional para a adesão ao Protocolo Adicional (PA), que é um instrumento que fortalece a fiscalização sobre a atividade nuclear de um Estado, sendo conhecido como o mais intrusivo dos acordos relacionados à tecnologia nuclear. Esta tese apresenta o histórico da criação dos instrumentos internacionais para coibir a proliferação de armas nucleares, descrevendo algumas circunstâncias envolvidas neste processo. Também aborda o contexto histórico do desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil e na Marinha do Brasil, de modo a permitir a percepção das experiências vivenciadas até a situação atual. Por fim, apresenta as análises das inclusões que o Protocolo Adicional impõe ao acordo de salvaguardas e o seu potencial de impacto negativo sobre o LABGENE, que foi a hipótese proposta pelo autor. Validada esta hipótese, sugere-se que o Brasil busque customizar o PA ao seu caso específico, para, mais uma vez, confirmar a intenção brasileira de utilizar a tecnologia nuclear para fins exclusivamente pacíficos sem colocar em risco o projeto do LABGENE.

Palavras-chave: LABGENE. Protocolo Adicional. Submarino Nuclear. Programa Nuclear da Marinha.

## ABSTRACT

The Brazilian Navy has two main objectives in relation to nuclear technology: mastering the nuclear fuel cycle, achieved in 1982, which has been refined since then; and the construction of a Nuclear Power Generation Laboratory (LABGENE), which is being executed and is expected to be completed within two years. Both objectives are related to the construction of the first Brazilian nuclear-powered submarine (SNBR). Because it is an unprecedented and high-impact project, for safety reasons, the Brazilian Navy has adopted a procedure similar to that used by some countries that already dominate this capability, which is the construction of an onshore laboratory, where equipment similar to those used in the submarine will be installed in order to perform the necessary tests to confirm the projected conditions in a controlled environment and with a more stable structure when compared to the SNBR. LABGENE is an imperative step in the construction and safe operation of SNBR. Added to this condition, LABGENE is a project that meets the triple helix criteria, uniting the government, industry and academy around the dual application and the relevant technological drag provided by this venture. Several sectors will be able to use LABGENE to develop projects related to health, agriculture, energy and metal working industry. Because it is a nuclear facility, LABGENE is subject to nuclear safeguards in the name of non-proliferation of mass destruction artifacts and the strictly peaceful use of nuclear technology, in accordance with agreements signed by Brazil with international bodies such as Nuclear Non-Proliferation Treaty and the Quadripartite Agreement. However, there is international pressure for adherence to the Additional Protocol (AP), which is an instrument that strengthens oversight of a state's nuclear activity and is known as the most intrusive of nuclear technology-related agreements. This thesis presents the history of the creation of international instruments to curb the proliferation of nuclear weapons, describing some circumstances involved in this process. It also addresses the historical context of the development of nuclear technology in Brazil and the Brazilian Navy, in order to allow the perception of the conditions experienced until the current situation. Finally, the analysis of the inclusions imposed by the Additional Protocol to the safeguard's agreement and its potential negative impact on LABGENE, which was the hypothesis proposed by the author, is presented. Validating this hypothesis, it is suggested that Brazil seek to customize the AP to its specific case, to once again confirm Brazil's intention to use nuclear technology for exclusively peaceful purposes without jeopardizing the LABGENE project.

Keywords: LABGENE. Additional Protocol. Nuclear Submarine. Brazilian Navy Nuclear Program.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Conjunto de prédios que compõem o LABGENE.....	41
Figura 2 – Blocos 20, 30 e 40 (LABGENE).....	42
Figura 3 – Equipamentos principais do LABGENE.....	44
Figura 4 – Visão da posição dos blocos no interior do PR e do PT.....	44
Figura 5 – Fotografia demonstrando o estado da construção do LABGENE.....	47

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Resultado de análise de potencial de impacto sobre a construção e/ou operação do LABGENE.....	67
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABACC	Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
APR	Anexo do Prédio do Reator
APT	Anexo do Prédio da Turbina
BID	Base Industrial de Defesa
BR	Blindagem Rotativa
CE	Chaminé de Exaustão
CEA	Centro Experimental de Aramar
CINA	Centro Industrial Nuclear de Aramar
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
COPESP	Coordenadoria para Projetos Especiais
CSN	Conselho de Segurança Nacional
CTMSP	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
DDNM	Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha
EMA	Estado Maior da Armada
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
EURATON	Comunidade Europeia de Energia Atômica
IEA	Infraestrutura de Apoio
IEA	Instituto de Energia Atômica
INAP	Instalação Nacional de Água Pressurizada
INFCIRC	<i>Information Circular</i>
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
LABGENE	Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica
LEI	Laboratório de Enriquecimento Isotópico de Urânio
MAB	Mecanismo de Acionamento de Barras
MB	Marinha do Brasil
MCN	Máquina de Transferência de Combustível Novo
MEP	Motor Elétrico de Propulsão
MTC	Máquina de Troca de Combustível
MTP	Máquina de Tracionamento de Parafusos do Tampo do Vaso de Pressão do Reator
NSG	<i>Nuclear Suppliers Group</i>
OM	Organização Militar
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Protocolo Adicional
PAC	Prédio Auxiliar Controlado

PAIR	Prédio de Armazenamento Intermediário de Rejeitos
PANC	Prédio Auxiliar Não Controlado
PBE	Piscina de Blindagem Externa
PC	Prédio do Combustível
PEC	Piscina de Estocagem de Combustível
PECD	Piscina de Estocagem de Combustível Defeituoso
PECI	Piscina de Estocagem de Combustível Irradiado
PNM	Programa Nuclear da Marinha
PNP	Programa Nuclear Paralelo
PPTE	Prédio de Preparação e Testes de Embalagens
PR	Prédio do Reator
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
PROTER	Protótipo em Terra
PT	Prédio da Turbina
PWR	<i>Pressurized Water Reactor</i>
RENAP	Reator Nacional de Água Pressurizada
RFA	República Federal da Alemanha
SDS	Sismo de Desligamento Seguro
SNBR	Submarino Nuclear Brasileiro
SRE	Sistema de Resfriamento de Emergência
SUB 1	Prédio da Cabine Primária
SUB 2	Prédio de Emergência
TNP	Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares
TNT	Trinitrotolueno
UNAEC	<i>United Nations Atomic Energy Commission</i>
UR	Unidade de Resfriamento do PROTER
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
VAC	Salas de Ventilação e Ar Condicionado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>PROTOCOLO ADICIONAL</b> .....	14
2.1	Criação da Agência Internacional de Energia Atômica .....	14
2.2	O Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares .....	21
2.3	Elaboração do Protocolo Adicional .....	25
<b>3</b>	<b>PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA E O LABGENE</b> .....	30
3.1	O Brasil e a Tecnologia Nuclear .....	30
3.2	A Marinha do Brasil e o Programa Nuclear .....	35
3.3	O Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica .....	38
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PA NO LABGENE</b> .....	49
4.1	O Brasil e o Acordo de Salvaguardas Abrangentes.....	49
4.2	Análise do Eventual Impacto do PA Sobre o LABGENE.....	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	69
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	78
	<b>APÊNDICE A – Entrevista com o Diretor da DDNM</b> .....	82

# 1 INTRODUÇÃO

Finda a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos perceberam que não poderiam evitar que outros países desenvolvessem o domínio da tecnologia nuclear e passaram a buscar meios de controlar a disseminação desse conhecimento. O mundo passou a conviver com um conflito conhecido por Guerra Fria. Dois protagonistas se destacavam, por um lado os Estados Unidos da América e por outro lado a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, que, pouco tempo após a Segunda Guerra Mundial, passou a dominar a tecnologia de construção de artefatos nucleares. Esses protagonistas buscavam a hegemonia no cenário mundial sob a sombra do domínio da tecnologia mais destrutiva inventada pelo homem até aquele momento, o artefato nuclear.

Não obstante haver disputa entre si, os cinco primeiros países a detonar artefatos nucleares concordaram em estabelecer regras voltadas para evitar que o domínio da tecnologia nuclear para finalidades destrutivas fosse disseminado entre os demais Estados. Desta forma, uniformizaram um entendimento entre si e entre outros países na promoção desta visão.

Devido ao receio do crescimento incontrolável de armamentos nucleares ao redor do planeta, em 1957, oitenta e um países<sup>1</sup> assinaram o estatuto de criação da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), cujo propósito principal era o de evitar a proliferação de armas nucleares. No início de 1990, a AIEA se deparou com falhas no cumprimento de sua missão e, no intuito de tratar a fragilidade constatada, em 1993, iniciou o fortalecimento das salvaguardas<sup>2</sup> existentes, concluindo, em 1997, a elaboração de um

---

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.iaea.org/about/overview/history>, consulta em 15/03/2019.

<sup>2</sup> Salvaguardas são um conjunto de atividades executadas pela AIEA para verificar se um país está cumprindo seu

modelo de Protocolo Adicional (PA) ao Acordo de Salvaguardas.

No Brasil, o interesse pelo desenvolvimento da tecnologia nuclear nasceu na década de 30, ganhando corpo paulatinamente, a ponto de a Marinha do Brasil (MB) vislumbrar a oportunidade de implementar seu próprio programa nuclear. Iniciado em 1979, o então Programa Nuclear Paralelo (PNP) deu origem ao atual Programa Nuclear da Marinha (PNM) objetivando o domínio completo do ciclo do combustível nuclear e a construção de um laboratório, em terra, para operação e teste de uma planta de potência similar à utilizada no futuro submarino de propulsão nuclear, a ser projetado e construído no Brasil.

O Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE) está sendo construído pela Marinha do Brasil e servirá para outras finalidades além do desenvolvimento do conhecimento tecnológico voltado para a propulsão naval. Esse projeto se enquadra no conceito da tríplice hélice que pode ser sintetizado pela integração entre o governo, a indústria e a academia. Dessa forma, o arrasto tecnológico é consequência natural da evolução do projeto. Considerando a aplicação dual e o arrasto tecnológico, depreende-se que o Estado brasileiro tem muito a ganhar na condução e conclusão do LABGENE, seja pela possibilidade de tornar-se independente nesta tecnologia, seja pela possibilidade de desenvolver sua indústria civil, seja pela possibilidade de expandir o conhecimento para outros segmentos além do nuclear.

A partir desse contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: a aplicação do Protocolo Adicional no LABGENE pode afetar sua construção e/ou operação? A hipótese formulada por este autor é que o PA tem efetivo potencial para afetar negativamente a construção e/ou a operação do LABGENE.

Considerando o problema formulado e a hipótese apresentada, estabeleceu-se o

objetivo principal: avaliar se a aplicação do Protocolo Adicional no LABGENE pode afetar sua construção e operação. Para alcançar o objetivo principal, foram estabelecidos três objetivos secundários: descrever e analisar o contexto histórico da criação da Agência Internacional de Energia Atômica e do Protocolo Adicional, tratado no capítulo 2; descrever e analisar o desenvolvimento do Programa Nuclear da Marinha e, mais especificamente, o LABGENE, tema do capítulo 3; e avaliar se a aplicação do Protocolo Adicional irá produzir reflexos negativos sobre a construção e operação do LABGENE, objeto do capítulo 4, juntamente com a verificação da validade da hipótese formulada. Dessa forma, essa tese foi estruturada em um capítulo de introdução, três capítulos de desenvolvimento e um de conclusão.

É importante ressaltar que o Programa Nuclear da Marinha é um programa de alto custo, longo prazo e trata de matéria sensível, dado o potencial de gerar danos ambientais, materiais e sobre a vida humana, mas por outro lado, também pode produzir benefícios de grande valor para o Estado brasileiro. O Projeto de Construção do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica é uma etapa fundamental para a construção do submarino de propulsão nuclear, além de contribuir para um salto tecnológico na indústria nacional com efeitos em diversas vertentes, tais como a geração de energia, agricultura, saúde e a indústria metal mecânica. Assim sendo, é importante conhecer se a ação proveniente da aplicação do Protocolo Adicional sobre o LABGENE pode gerar reflexos negativos na sua construção e/ou operação.

## **2 PROTOCOLO ADICIONAL**

Neste capítulo, é apresentado o contexto histórico em que emergiu o regime de salvaguardas voltado para garantir o uso exclusivamente pacífico da tecnologia nuclear. São abordados alguns pontos que balizaram a formação do arcabouço político, técnico e operacional da estrutura internacional que foi criada para tratar o problema nuclear. São apresentados dados que permitiram observar a origem de um grupo criado por meio de um ajuntamento de ideias, por vezes divergentes, muitas vezes contraditórias, e raramente em torno de interesses comuns, mas que pelas circunstâncias, foi se organizando até se consolidar como a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). É demonstrado o caráter assimétrico do regime de salvaguardas, elaborado pela referida Agência, ao confrontar as obrigações impostas aos estados nuclearmente armados e aos não nuclearmente armados. São comentadas algumas falhas nas estruturas regulatórias da AIEA que demandaram ações corretivas, culminando com a criação do Protocolo Adicional (PA). Este protocolo é apresentado em linhas gerais, sendo objeto de análise mais detalhada ao longo desta tese.

### **2.1 Criação da Agência Internacional de Energia Atômica**

O potencial nuclear de destruição, demonstrado ao mundo por meio das detonações nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, passou a ser tratado com muita preocupação entre os países, principalmente pelo único detentor até então da tecnologia da

fabricação de artefato nuclear explosivo, os Estados Unidos da América (EUA). Existia um temor em relação à possibilidade da proliferação da tecnologia de construção deste tipo de armamento para os demais países, incluindo a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), que já passava a se portar como polo divergente à política estadunidense, indicando os primeiros sinais do que passou a ser conhecido por Guerra Fria.

Em novembro de 1945, o presidente do EUA, Harry S. Truman, e os primeiros ministros do Reino Unido e do Canadá<sup>3</sup>, Clement R. Attlee e Willian L. Mackenzie King, reuniram-se em Washington para abordar como seria gerido o conhecimento nuclear. Fruto dessa reunião, foi elaborada uma declaração<sup>4</sup> conjunta que atrelava a disseminação do conhecimento científico da energia nuclear para fins pacíficos exclusivamente para os Estados que adotassem política recíproca e se submetessem a um regime de salvaguardas. O objetivo desta declaração foi fortalecer a política de não utilização do conhecimento nuclear para propósitos destrutivos. Já em dezembro desse mesmo ano, os EUA e o Reino Unido propuseram, com a concordância da URSS, a criação de uma comissão voltada para o tratamento dos problemas relacionados à energia atômica. Essa comissão deveria ser vinculada à recém-criada Organização das Nações Unidas (ONU). Recebeu o nome de *United Nations Atomic Energy Commission (UNAEC)*<sup>5</sup> e, de acordo com Sims (1981), possuía quatro propósitos:

- a) divulgar entre os Estados a troca de informações científicas básicas para fins pacíficos;
- b) controlar a energia atômica para garantir seu uso para fins pacíficos;
- c) eliminar as armas atômicas;

---

<sup>3</sup> Representantes dos três países que fizeram parte do Projeto Manhatam, o projeto secreto cujo propósito foi a construção das bombas nucleares utilizadas contra o Japão na Segunda Guerra Mundial.

<sup>4</sup> Para a consulta do documento, acessar o seguinte endereço eletrônico: [http://www.nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-energy/history/dec-truma-atlee-king\\_1945-11-15.htm](http://www.nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-energy/history/dec-truma-atlee-king_1945-11-15.htm). Acesso em 15 de julho de 2019.

<sup>5</sup> Comissão de Energia Atômica das Nações Unidas (UNAEC).

- d) utilizar salvaguardas efetivas, por meio de inspeções e outros métodos, contra o perigo de violação e evasão.

Logo em sua primeira reunião, ocorrida em 14 de junho de 1946, a delegação norte-americana, chefiada por Bernard Baruch, apresentou um plano propondo a criação de uma autoridade nuclear internacional que deveria deter o controle de toda a atividade ligada à energia nuclear ou ser proprietária de todo o material nuclear existente nos países. Seria a única entidade a poder executar testes com artefatos nucleares, teria toda a liberdade para efetuar inspeções em Estados que possuíssem material nuclear, a título de salvaguardas, e ainda, poderia aplicar sanções decorrentes do descumprimento dos termos estabelecidos para o uso pacífico da energia nuclear. Além disso, não haveria direito a veto, por nenhum dos membros permanentes do Conselho de Segurança, no caso da aplicação de sanções contra um país que fosse flagrado violando os termos do acordo. Posteriormente à implantação dessa autoridade e à efetivação de suas ações, os EUA, o único Estado a possuir artefatos nucleares, encerrariam a fabricação destes armamentos, destruiriam os já fabricados e partilhariam o conhecimento tecnológico adquirido<sup>6</sup>. Nesses termos, esta proposta foi rejeitada pela URSS, por considerar inaceitável ter suas instalações inspecionadas, não ter o direito ao veto, e ainda permitir que os EUA mantivessem seus arsenais nucleares.

Há que se destacar que o Brasil, apesar de aliado dos EUA, considerou o plano apresentado como restritivo à soberania nacional, uma vez que dificultava o desenvolvimento do ciclo do combustível nuclear por outros países (ANDRADE, 2012).

Em contrapartida, no dia 19 de junho de 1946, a URSS fez uma proposta que invertia as ações do Plano Baruch. Propôs a destruição dos artefatos nucleares em até 3 meses após a assinatura do plano, e somente após a eliminação deste armamento, a criação de uma autoridade internacional para conduzir as atividades de prevenção do uso da

---

<sup>6</sup> Plano apresentado por Bernard Baruch (conhecido como Plano Baruch) em 14 de junho de 1946 na UNAEC. (SIMS, 1981)

tecnologia de construção de artefatos nucleares. Decorrido cerca de um ano, em 11 de junho de 1947, a URSS complementou sua primeira proposição incluindo um sistema de inspeção dos programas nucleares internacionais, com emissão de relatórios, abrangendo as atividades nucleares dos EUA e da URSS. Nesses termos, esta proposta foi rejeitada pelos EUA e seus aliados, conforme afirma Goldschmidt (1986).

As ideias opostas e divergentes expunham a falta de entendimento, principalmente entre os EUA e a URSS. Nesse contexto, a UNAEC não conseguiu atingir seus propósitos. Conforme resolução A/RES/502<sup>7</sup> expedida na Sexta Assembleia Geral das Nações Unidas, em 11 de janeiro de 1952, a UNAEC foi extinta.

Em dezembro de 1953, o então presidente estadunidense, Dwight D. Eisenhower (1953-1961), fez uma nova tentativa para a criação de uma agência internacional, cujo propósito seria promover o uso pacífico da energia nuclear e garantir que esta energia não fosse mais utilizada para fins destrutivos. Em seu discurso, na Assembleia Geral das Nações Unidas, apresentou seu programa, que passou a ser conhecido como “Átomos para a Paz”. No ponto de vista de Lamazière (1996), o programa apresentado por Eisenhower era uma forma mais branda de controle em relação ao Plano Baruch, uma vez que não exigia a aceitação incondicional de um regime internacional de salvaguardas. Para Andrade (2012), o programa foi considerado como uma forma de desviar a atenção da opinião pública americana e internacional, enquanto os EUA promoviam um crescimento deliberado do arsenal de armas nucleares. Apesar de não ter surtido efeito imediato, esta proposta abriu caminho para assinatura de vários acordos bilaterais que, em troca de informações sobre a tecnologia nuclear, impunham salvaguardas estadunidenses aos países parceiros para a prevenção do uso com fins militares. No final do ano de 1959, os EUA já possuíam 42 acordos assinados com países aliados. Ainda segundo Andrade (2012), a estratégia

---

<sup>7</sup> Para consulta ao texto original, acessar: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/RESOLUTION/GEN/NR0/067/57/IMG/NR006757.pdf>. Acesso em 07 de maio de 2019.

estadunidense consistia em popularizar os benefícios da energia nuclear para fins pacíficos, em contrapartida, controlar os países signatários dos acordos bilaterais. Assim, ao mesmo tempo que monitorava o desenvolvimento desses países, garantia o ganho próprio de conhecimentos, oriundos das pesquisas produzidas por seus parceiros. A URSS não ficou inerte neste período, procedendo de forma similar ao que os EUA faziam no ocidente. Até o ano de 1968, os soviéticos haviam celebrado 26 acordos entre os seus aliados, conforme expõe Fischer (1997).

Convictos do seu ponto de vista em relação à necessidade de criação de uma agência internacional para lidar com assuntos referentes à energia atômica, os EUA, juntamente com sete aliados (Reino Unido, Canadá, Bélgica, França, Austrália, África do Sul e Portugal), sendo cinco deles detentores de minas de urânio, iniciaram o trabalho de elaboração de um estatuto para a criação da dita agência. Inicialmente, a URSS manteve-se fora desse processo, mas ante a mudança de posição dos EUA em relação à futura agência<sup>8</sup>, ainda em 1955, aderiu ao grupo. Conforme aponta Fischer (1997), essa atitude da URSS foi um ato significativo de aproximação entre as duas grandes potências em plena Guerra Fria.

Em agosto desse mesmo ano, uma grande conferência científica em Genebra<sup>9</sup> contribuiu sobremaneira para aguçar o interesse de vários países pela criação da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Mais de mil trabalhos científicos foram apresentados pelos cientistas participantes, sendo a utilização da energia nuclear para a geração de energia elétrica um tema amplamente debatido, reafirmando o que já fora dito por Eisenhower a respeito do potencial de utilização da energia do átomo para fins pacíficos.

Por solicitação da URSS, o grupo de oito países que trabalhava na elaboração do estatuto da nova Agência aumentou seu efetivo para doze participantes, incluindo o Brasil e

---

<sup>8</sup> Em 1954, o embaixador Americano Henry Cabot Lodge informou a Assembleia da ONU que devido a recusa da URSS em aceitar a proposta de criação de uma agência internacional, "... pode ser preferível que a agência atue como uma central de pedidos em vez de gerir material fissil." (Fischer, 1997)

<sup>9</sup> Denominada "Primeira Conferência de Genebra".

a Índia, além da Tchecoslováquia e a própria URSS. Finalmente, em outubro de 1956, o estatuto foi concluído e aprovado entre os doze países partícipes de sua elaboração e mais cinquenta e nove Estados que corroboraram a criação da AIEA.

A AIEA, que ainda hoje se mantém ativa, possui dois objetivos principais, conforme descrito em sua página oficial na internet:

*“The Agency shall seek to accelerate and enlarge the contribution of atomic energy to peace, health and prosperity throughout the world. It shall ensure, so far as it is able, that assistance provided by it or at its request or under its supervision or control is not used in such a way as to further any military purpose.”* (AIEA, 1989, p.5)<sup>10</sup>

Fischer (1997) descreve que as primeiras salvaguardas efetivamente aplicadas pela AIEA, ainda que em pequena escala e de forma “hesitante”, tiveram como alvo uma negociação de venda de material do Canadá para o Japão em 1959. Após intenso debate no âmbito da Agência, em 1961, foram criadas as primeiras regras formais para salvaguardas, direcionadas apenas para aplicação em reatores cuja potência fosse menor que 100 MWth.

Nesse mesmo ano (1961), a Agência elaborou o documento que estabelecia as regras para a designação e conduta dos inspetores, os quais, por serem estrangeiros, geravam desconfiança dos países receptores. Por esse motivo, foram impostas várias limitações em sua atuação, havendo inclusive a exclusão de alguns países da lista dos que poderiam ser inspecionados, como os da Europa, inspecionados pela Comunidade Europeia de Energia Atômica (EURATOM)<sup>11</sup> e os países nuclearmente armados, que naquele momento eram os EUA, a França, a Inglaterra e a URSS.

Considerando a melhora da relação entre os EUA e a URSS, influenciada pela

---

<sup>10</sup> A agência procurará acelerar e ampliar a contribuição da energia atômica para a paz, a saúde e a prosperidade em todo o mundo. Ela deve assegurar, tanto quanto possível, que a assistência fornecida por ela ou a seu pedido, ou sob sua supervisão ou controle, não seja usada de modo a promover qualquer propósito militar. (AIEA, 1989, p.5) (Tradução nossa)

<sup>11</sup> Comunidade criada na mesma época que a AIEA, com atribuições que concorriam com as da agência, respaldadas por acordos realizados entre a EURATOM e os EUA (Fischer, 1997).

conclusão positiva da crise dos mísseis em Cuba<sup>12</sup>, a amplitude e a abrangência na aplicação das salvaguardas pela AIEA foram crescentes, passando a incluir reatores de todas as capacidades, plantas de reprocessamento, bem como plantas de fabricação de combustível nuclear.

Em que pese haver fragilidades, há que se destacar que, a partir do estabelecimento da AIEA, iniciou-se o processo de elaboração e sistematização das salvaguardas. As primeiras instruções técnicas sobre salvaguardas foram restritas aos reatores de até 100 MWth. O documento emitido para a apresentação e divulgação destas salvaguardas foi a INFCIRC<sup>13</sup>/26<sup>14</sup>. Posteriormente, este documento foi atualizado para abranger os reatores de todas as capacidades. Em seguida, foi elaborada a INFCIRC/66<sup>15</sup> para estabelecer o sistema de salvaguardas da AIEA. A publicação balizou a definição do que estaria sujeito às salvaguardas, os procedimentos, a política de inspeção, os lugares a serem inspecionados, as exceções, entre outros detalhes. A criação da AIEA possibilitou a concentração dos assuntos referentes às salvaguardas em uma entidade dedicada exclusivamente ao tema. Ao longo dos anos, a Agência passou a ter peso político e projeção internacional.

---

<sup>12</sup> Para acesso a uma síntese dos eventos que conformaram a chamada "crise dos mísseis" sugere-se a leitura dos textos disponibilizados pela JFK Library, disponível na URL <<https://www.jfklibrary.org/learn/about-jfk/jfk-in-history/cuban-missile-crisis>>. Acesso em 07 de maio de 2019.

<sup>13</sup> A INFCIRC é uma abreviação do termo em inglês *Information Circular* (Circular de Informação), que é o documento utilizado pela AIEA para fins de comunicação de informações sobre assuntos de interesse geral para todos os membros da agência.

<sup>14</sup> INFCIRC/26 – *The Agency's Safeguards* (As Salvaguardas da Agência) – Tradução nossa. Para acesso ao documento integral, acessar: <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1961/infcirc26.pdf>. Acesso em 07 de maio de 2019.

<sup>15</sup> INFCIRC/66 – *The Agency's Safeguards System* (O Sistema de Salvaguardas da Agência) – Tradução nossa. Para acesso ao documento integral, acessar: <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1965/infcirc66.pdf>. Acesso em 07 de maio de 2019.

## 2.2 O Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares

A partir de março de 1970, entra em vigor o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), registrado como INFCIRC/140<sup>16</sup> pela AIEA. Em tese, seus fundamentos estão baseados em três pilares: não proliferação, cooperação para fins pacíficos e desarmamento. A experiência adquirida na aplicação das salvaguardas elaboradas pela AIEA foi extremamente útil para a atuação da Agência como operadora das salvaguardas do TNP. Novas técnicas foram desenvolvidas na busca de procedimentos adequados à aplicação das salvaguardas em todo o ciclo do combustível nuclear. Tais técnicas deveriam ser aplicáveis nos casos de manipulação de grandes quantidades de material em quaisquer estados líquido, gasoso e em pó.

Conforme expõe Xavier (2014), na época da implantação do TNP havia preocupação, tanto dos países detentores de tecnologia nuclear quanto da própria AIEA, com relação à transferência de conhecimento de informações técnicas desta área para os países que estavam iniciando seus programas nucleares. Em alguns casos havia um problema adicional, alguns acordos de transferência de tecnologia nuclear envolviam países não signatários do TNP, caso do Paquistão, no acordo com a França para plantas de reprocessamento e do Brasil, no acordo com a Alemanha para a construção de usinas nucleares e enriquecimento de urânio. Essa dificuldade específica fortaleceu a adoção de salvaguardas para os acordos de exportação de tecnologia nuclear para qualquer país não nuclearmente armado. Nesse caso, a responsabilidade pela inspeção ficava a cargo da AIEA.

Conforme exposto no artigo nono do Tratado de Não Proliferação (INFCIRC/

---

<sup>16</sup> INFCIRC/140 - *Treaty On The Non-Proliferation Of Nuclear Weapons* (Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares) – Tradução nossa. Para acesso ao documento integral, acessar: <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/treaty-non-proliferation-nuclear-weapons>. Acesso em 14 de maio de 2019.

140), para que o acordo de salvaguardas entre em vigor, é necessário que os documentos de ratificação da assinatura do acordo sejam depositados em um dos três países responsáveis por receber esta ratificação, que são os EUA, a Rússia e o Reino Unido.

Em atendimento ao parágrafo primeiro do artigo III do TNP, os países não nuclearmente armados, signatários do acordo de não proliferação, comprometem-se a celebrar acordo com a AIEA estabelecendo salvaguardas abrangentes, detalhadas no parágrafo seguinte.

De acordo com a AIEA, o TNP prevê três tipos de acordos de salvaguardas. O primeiro é o das salvaguardas abrangentes, utilizadas para os países não nuclearmente armados. Por meio desse acordo, o Estado se compromete a aceitar o direito e a obrigação da AIEA de assegurar que sejam aplicadas salvaguardas em todos os materiais nucleares no território, jurisdição ou sob controle do Estado, com o propósito exclusivo de verificar que tal material não seja desviado para a fabricação de artefatos nucleares. O segundo tipo é específico para os acordos entre a Agência e os países nuclearmente armados reconhecidos oficialmente pela comunidade internacional por ocasião da elaboração do TNP, ou seja, EUA, Rússia, Reino Unido, França e China. Nesse acordo, estes cinco países se submetem às salvaguardas apenas de forma voluntária, não sendo obrigados a fornecer qualquer informação ou serem submetidos a qualquer inspeção, a menos que convidem a Agência. O terceiro tipo de acordo é celebrado com os países que possuem armas nucleares, mas não aderiram ao TNP. Esse acordo, não abrangente, cobre com salvaguardas apenas alguns materiais e instalações específicas.

Xavier (2014) salienta que os estados signatários do acordo de salvaguardas abrangentes são obrigados a manter um sistema nacional de contabilidade e controle de materiais nucleares, o que facilita a aplicação das salvaguardas. Entre as medidas adotadas pela AIEA no âmbito do acordo de salvaguardas abrangentes, estão:

- a) coleta de informações detalhadas sobre o sistema de contabilidade e controle de material nuclear;
- b) coleta de informações sobre novas instalações e alterações em instalações existentes;
- c) coleta de amostras ambientais nas instalações e em locais onde os inspetores têm acesso durante as verificações e subsequente análise desta amostra no laboratório de referência da AIEA;
- d) controle autônomo e remoto de movimentos de materiais nucleares declarados e a transmissão de dados relevantes de salvaguardas autenticados e criptografados à AIEA;
- e) capacitação para os inspetores da AIEA e para o pessoal de salvaguardas do Estado;
- f) cooperação mais estreita entre a AIEA e os sistemas nacionais ou regionais de contabilidade e controle de materiais nucleares.

No que concerne às inspeções, que sem dúvida são a parte mais visível e sensível das salvaguardas, a INFCIRC/153<sup>17</sup> prevê os seguintes tipos:

- a) **ad hoc**: realizadas para verificar as informações contidas no relatório inicial sobre o material nuclear sujeito a salvaguardas nos termos do acordo; identificar e verificar mudanças na situação registrada no relatório inicial; identificar e, se possível, verificar a quantidade e composição de material nuclear, antes de sua transferência para outro Estado, e no recebimento de material proveniente de outro Estado;

---

<sup>17</sup> INFCIRC/153 - *The Structure And Content Of Agreements Between The Agency And States Required In Connection With The Treaty On The Non-Proliferation of Nuclear Weapons* (A Estrutura e Conteúdo do Acordo entre a Agência e O Estado Requerente Ligado ao Acordo de Não Proliferação de Armas Nucleares) – Tradução nossa. Para acesso ao documento integral, acessar: <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/structure-and-content-agreements-between-agency-and-states-required-connection-treaty-non-proliferation-nuclear-weapons>. Acesso em 14 de maio de 2019.

- b) **rotina:** são as mais frequentes, destinadas a verificar se os relatórios são consistentes com os registros; verificar a localização, identidade, quantidade e composição de todo o material sujeito às salvaguardas nos termos do acordo; e verificar as informações sobre as possíveis causas de diferenças na contabilização de material;
- c) **especiais:** pouco comuns, podem ser solicitadas pelo próprio Estado ou pela Agência, destinam-se à verificação das informações contidas nos relatórios especiais; ou são realizadas no caso da Agência considerar que as informações disponibilizadas pelo Estado, incluindo explicações e informações obtidas nas inspeções de rotina, não estão adequadas para a Agência cumprir suas responsabilidades no âmbito do acordo.

Conforme afirma Fischer (1997), por ocasião da invasão ao Iraque pelo EUA durante a Guerra do Golfo, a AIEA teve acesso irrestrito às suas instalações nucleares. Em decorrência deste fato, verificou-se que havia um programa paralelo para desenvolvimento de artefatos nucleares, estabelecido há alguns anos, desconhecido pela comunidade internacional. Dessa forma, ficou evidenciado que o sistema de salvaguardas não havia sido capaz de prevenir esta discrepância. Essa fragilidade decorreu da metodologia adotada, pois foi fundamentada na boa fé do Estado signatário em relação à completude da declaração fornecida, descrevendo materiais e instalações nucleares existentes. Com base nestas informações, a Agência traçava sua estratégia de aplicação das salvaguardas. No caso do Iraque, que estabeleceu um programa paralelo, não houve desvio ou falha na contabilidade do que havia sido declarado, simplesmente o programa clandestino utilizava instalações e material não declarados, fugindo do alcance dos procedimentos estabelecidos pelas regras em vigor.

### 2.3 Elaboração do Protocolo Adicional

Diante dos fatos constatados, a Agência começou a reagir de forma a ampliar a efetividade das ações previstas no contexto das salvaguardas. Surge então, o programa conhecido por “Programa 93+2” cujo propósito foi de fortalecer a eficácia e melhorar a eficiência do regime de salvaguardas. De acordo com Boureston e Feldman (2007), em 1995, a AIEA apresentou as bases deste reforço ao regime de salvaguardas que se dividiam em duas partes. A primeira, com possibilidade de implantação imediata, aproveitava o regime de salvaguardas em vigor, acrescentando as seguintes medidas:

- a) coleta de informações sobre novas instalações ou sobre modificações nas instalações existentes com o direito de continuar a verificar o ciclo de vida da instalação, incluindo o descomissionamento;
- b) avaliação aprimorada de informações derivadas da declaração de um Estado, incluindo dependência de fontes abertas e outras;
- c) relato voluntário de inventários, importações e exportações de material nuclear e exportações de equipamento específico e material não nuclear;
- d) maior uso de inspeções não anunciadas;
- e) recolhimento de amostras ambientais nas instalações e locais de acesso da Agência durante as inspeções;
- f) uso de monitoramento autônomo e remoto de movimentos de material nuclear declarado em instalações e transmissão de dados autenticados e criptografados para a Agência;
- g) maior cooperação com os sistemas nacionais de contabilidade e controle do material nuclear;

- h) treinamento aprimorado na implementação de salvaguardas para o pessoal do Estado, inspetores da AIEA e equipe de salvaguardas.

Por tratar de implementações nas fiscalizações, a segunda parte dependeria da aprovação dos Estados e trazia as seguintes ações:

- a) prestação de informações e acesso para os inspetores da Agência, em todas as fases e locais de processamento do ciclo de combustível nuclear de um Estado, incluindo qualquer local onde o material nuclear estivesse presente, bem como o fornecimento de informações sobre atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas ao ciclo de combustível nuclear;
- b) coleta de amostras ambientais em locais além daqueles fornecidos sob o Acordo de Salvaguardas Abrangentes;
- c) fornecimento de informações e acesso de inspetores a todos os edifícios em uma instalação nuclear;
- d) requisitos de visto relaxado para os inspetores (válido por pelo menos um ano);
- e) fornecimento obrigatório de informações sobre a fabricação e exportação de tecnologias relacionadas com a energia nuclear;
- f) amostragem ambiental de área ampla. A AIEA teria o direito de usar satélites e outros sistemas de telecomunicações estabelecidos internacionalmente.

Como relatam Boureston e Feldman (2007), no final de 1995, o Conselho de Governadores da AIEA criou o Comitê para o Fortalecimento da Eficácia e Melhoria da Eficiência do Sistema de Salvaguardas (Comitê 24), no intuito de desenvolver uma nova autoridade legal para implementar as medidas de verificação da Parte 2 do Programa 93+2. Em abril de 1997, o Comitê 24 concluiu seus trabalhos e, no mês seguinte, o Conselho

aprovou a INFCIRC/540<sup>18</sup> que estabelecia o modelo do PA. Este documento apresenta o conjunto de cláusulas para sustentar a base legal da utilização das medidas de verificação a serem adotadas pelos fiscais da Agência quando em atividade. Cabe destacar que várias das medidas incluídas no modelo do PA foram aplicadas com sucesso no Iraque.

A INFCIRC/540 traz em seu prefácio, entre outras informações, que ela é destinada para os Estados que possuem acordo de salvaguardas com a AIEA e é utilizada para o fortalecimento da efetividade e melhoria da eficiência do sistema de salvaguardas como contribuição para os objetivos de não proliferação nuclear. Ainda em seu prefácio, informa que o conteúdo do modelo disponibilizado por meio da INFCIRC/540 deverá constar nos acordos firmados entre a AIEA e os Estados requerentes.

O modelo é composto por 18 artigos e dois anexos. O documento é iniciado por um preâmbulo, sendo seguido pelos artigos 1 até o 18. O artigo 1 aborda da relação entre o Acordo de Salvaguardas e o Protocolo Adicional, definindo a prioridade do PA no caso de conflito entre os documentos. O artigo 2 apresenta as informações que deverão ser disponibilizadas para a AIEA por meio de declarações. É composto por dez itens, sendo alguns divididos por subitens. O artigo 3 traz os prazos e a frequência de atualização das informações. Os artigos 4 a 10 tratam do acesso complementar, obrigatoriedades e regras de procedimento dos signatários. O artigo 11 trata da designação dos inspetores. O artigo 12 aborda as regras de cessão de vistos para os inspetores. O artigo 13 explicita ações ou arranjos subsidiários. O artigo 14 aborda os sistemas de comunicação. O artigo 15 aborda a proteção das informações confidenciais. O artigo 16 trata dos anexos I e II, informando que são parte integrante do PA. O artigo 17 informa em que momento o PA passa a vigorar. O

---

<sup>18</sup> INFCIRC/540 - *Model Protocol Additional To The Agreement(s) Between State(s) And The International Atomic Energy Agency For The Application Of Safeguards*. (Modelo de Protocolo Adicional para o Acordo entre Estados e a Agência Internacional de Energia Atômica para Aplicação de Salvaguardas). Tradução Nossa. Acesso ao documento completo: <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/model-protocol-additional-agreements-between-states-and-international-atomic-energy-agency-application-safeguards>. Acesso em 18 de maio de 2019.

artigo 18 é o último artigo e trata das definições no âmbito do PA.

Ao analisar o conteúdo do modelo do PA, verifica-se o aumento substancial da condição proporcionada à AIEA de detectar atividades que firmam o Acordo de Salvaguardas previsto pelo TNP. De acordo com Souza (2017), o PA é um instrumento de grande impacto considerando o nível de intrusão proposto e o nível de detalhamento de informações requerido do Estado signatário, dentre as quais, destacam-se:

- a) descrição detalhada das instalações nucleares e do seu conteúdo, incluindo a área circunvizinha, sendo necessário o envio do mapa das instalações;
- b) informação do local, status operacional e capacidade estimada da produção anual das minas de urânio e das plantas de concentração de urânio e de tório;
- c) informação das atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas com o ciclo do combustível nuclear, mesmo que não envolvam diretamente materiais nucleares;
- d) informação dos dados sobre a manufatura de equipamentos usados para separação isotópica – inclusive de centrífugas – ou reprocessamento;
- e) informação dos locais e da quantidade de materiais nucleares em uso antes do ponto de início de salvaguardas e sobre aqueles isentos de salvaguardas;
- f) informação dos dados acerca da produção, da exportação e da importação de equipamentos especificados e de materiais não nucleares essenciais para a operação de instalações nucleares (como grafite e água pesada);
- g) fornecimento dos planos gerais para os próximos dez anos, referentes ao desenvolvimento e às pesquisas relativas ao ciclo do combustível nuclear.

Sem dúvida, o PA fortalece o objetivo da AIEA em relação à capacidade de fiscalização, uma vez que aprimora a quantidade e qualidade das informações que são disponibilizadas para a análise da Agência, contribuindo para alcançar um dos três objetivos

do TNP, que é evitar a proliferação do uso não pacífico da tecnologia nuclear.

O TNP é um tratado de grande aceitabilidade entre os Estados. Como foi apresentado ao longo do capítulo, o processo de elaboração e aperfeiçoamento deste tratado foi longo e contínuo. No último relatório da AIEA emitido em março de 2019, verifica-se que, dos 193 Estados associados às Nações Unidas, 191<sup>19</sup> são signatários do TNP. Nesse mesmo relatório, consta que 134 estados estão com o PA vigente e mais 14 já assinaram e aguardam a ratificação<sup>20</sup>.

O Brasil é signatário do TNP, mas não assinou o PA. Existem alguns fatores que têm sido analisados pelas autoridades brasileiras no intuito de reavaliar a posição hoje adotada pelo governo. Um desses fatores é o impacto que uma eventual adesão ao PA pode gerar nos programas nucleares brasileiros, tanto os em andamento, quanto os planejados para o futuro. Neste contexto, figura o Programa Nuclear da Marinha (PNM) que possui o comissionamento do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE) como um de seus subprogramas. Atualmente o LABGENE está em fase de implantação e pode vir a ser impactado pela adesão do Brasil ao PA. No capítulo seguinte, o PNM e o LABGENE serão apresentados para que, dentro do escopo desta tese, seja possível analisar alguns dos eventuais impactos que podem afetá-los no caso de uma eventual assinatura do PA pelo Brasil.

---

<sup>19</sup> <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/>. Acesso em 19 de maio de 2019.

<sup>20</sup> <https://www.iaea.org/topics/additional-protocol>. Acesso em 22 de maio de 2019.

### **3 PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA E O LABGENE**

O capítulo atual apresenta o caminho que levou a Marinha do Brasil a optar pelo desenvolvimento autônomo de um programa nuclear. São apresentados fatos e circunstâncias vivenciados pelo governo brasileiro durante as fases iniciais da busca pelo domínio da tecnologia nuclear, destacando a participação direta da MB, desde o princípio, quando o Almirante Álvaro Alberto executou diversas ações que influenciaram as decisões brasileiras neste setor. É abordado o Programa Nuclear Paralelo (PNP), o qual permitiu a MB alcançar níveis de desenvolvimento expressivos. Com o passar dos anos e a evolução da estratégia naval, a ideia da construção de um submarino com propulsão nuclear foi consolidada no seio da força naval. Neste contexto, a MB obteve a chancela do governo brasileiro para prosseguir com seu Programa Nuclear da Marinha, nova designação do antigo PNP. São apresentadas as metas do PNM, programa intrinsicamente ligado ao Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), cujo objeto precípua é a construção do primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro. São abordados alguns aspectos relacionados ao Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE), incluindo itens relativos ao andamento da obra de construção, a fim de possibilitar a compreensão de sua complexidade.

#### **3.1 O Brasil e a Tecnologia Nuclear**

Segundo Carvalho (2012), com a vinda de alguns professores europeus para a

recém criada Universidade de São Paulo, ainda na década de 30, o Brasil dava seus primeiros passos em direção ao conhecimento necessário para o desenvolvimento da tecnologia nuclear, que viria a ser objeto de um programa de grandes proporções, tanto na vertente civil como na militar.

Em janeiro de 1951, foi fundado o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), que tinha como um dos seus propósitos coordenar o desenvolvimento doméstico da tecnologia nuclear. Essa determinação aparece explicitada na sua página na internet:

O Conselho Nacional de Pesquisas foi criado, então, para promover e estimular o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica em qualquer domínio do conhecimento, mas com especial interesse no campo da física nuclear. Assim, coube ao CNPq incentivar a pesquisa e a prospecção das reservas existentes, no Brasil, de materiais apropriados ao aproveitamento da energia atômica (CNPq, 2019)<sup>21</sup>.

O almirante Álvaro Alberto Mota e Silva foi o fundador e primeiro presidente do CNPq. Além de oficial da Marinha do Brasil, foi um renomado físico e engenheiro geógrafo, destacava-se no meio científico por ser entusiasta da tecnologia nuclear nacional. Conforme afirma Patti (2012), em 1952, sob sua influência, o presidente Getúlio Vargas (1951-1954) aprovou um plano de cooperação internacional visando acelerar o desenvolvimento da tecnologia nuclear no Brasil. O plano englobava o envio de técnicos brasileiros para executar duas missões na Europa. A primeira missão foi direcionada à França, chefiada por Alexandre Giroto<sup>22</sup> e tinha o propósito de aprofundar os estudos sobre a extração do urânio contido na caldasita (minério uranífero de zircônio) de Poços de Caldas. A segunda missão foi enviada à Alemanha, chefiada pelo próprio almirante Álvaro Alberto. Nessa missão foi negociada a aquisição de três centrífugas para enriquecimento de urânio junto ao Instituto de Física e Química da Universidade de Bonn, no valor acordado de US\$ 80.000,00. No

---

<sup>21</sup> <http://cnpq.br/questao-nuclear/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

<sup>22</sup> Alexandre Giroto – Químico Industrial formado pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, nomeado em 1952 chefe da comissão do CNPq em viagem à França e Itália para investigar a marcha do tratamento químico que os minerais atômicos brasileiros deveriam ser submetidos. (Museu de Astronomia e Ciências Afins. Arquivo Alexandre Giroto: inventário sumário. 2002, Rio de Janeiro).

entanto, ao tentar embarcar as centrífugas para o Brasil, um destacamento militar inglês as apreendeu em nome da Comissão de Ocupação da Alemanha. Segundo Patti (2012), nesta mesma época, o Brasil também negociou a aquisição de dióxido de urânio e plantas de produção de hexafluoreto de urânio com a França e o Reino Unido, não obtendo sucesso.

De acordo com o descrito na Ata da Quadragésima Sessão do Conselho de Segurança Nacional (CSN) (BRASIL, 1967), em 1953, foi estabelecido que o Brasil deveria receber compensações específicas pelo fornecimento de minerais estratégicos, precipuamente destinadas ao aparelhamento do país para a era atômica, sendo que a exportação deveria ser subordinada ao fomento do desenvolvimento científico, tecnológico e industrial das questões nucleares.

Em 1956, já na gestão de Juscelino Kubitschek (1956-1961), foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) que passaria a regular as atividades nucleares do Brasil. Segundo Patti (2012), entre os objetivos da CNEN estavam incluídos os planos de construção da futura instalação nuclear brasileira para geração de eletricidade e de desenvolvimento de um quadro de engenheiros nucleares e de técnicos para guarnecimento da futura usina nuclear.

Em 1957, o Brasil iniciou a operação de seu primeiro reator de pesquisa, chamado IEA-R1, recebido por meio do acordo de cooperação com os EUA, enquadrado nos termos do Programa Átomos para a Paz. Instalado no antigo Instituto de Energia Atômica (IEA) atualmente chamado de Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)<sup>23</sup>, o reator permanece em operação até os dias de hoje.

Após um período sem grande relevância no setor nuclear, em 1967 o presidente Costa e Silva (1967-1969) prepara um plano elaborado para permitir maior aceleração no desenvolvimento da tecnologia nuclear, enquanto mantinha uma política de oposição à

---

<sup>23</sup> Informação disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.sbpmat.org.br/pt/historia-da-pesquisa-em-materiais-seis-decadas-do-iea-r1-fornecendo-neutrons-para-pesquisa/>. Acesso no dia 26 de maio de 2019.

assinatura do TNP. Segundo Patti (2012), nesta época o governo brasileiro procurava adquirir, em um curto espaço de tempo, plantas nucleares para permitir a criação de um parque nacional de energia atômica, enquanto se preparava para desenvolver a tecnologia necessária para o domínio do ciclo do combustível nuclear. Os primeiros frutos desta política começaram a surgir em 1971, quando foi assinado um contrato entre a CNEN e a Westinghouse<sup>24</sup> para a compra de uma planta nuclear de potência e o fornecimento do seu combustível. Kuramoto e Appoloni (2002) ressaltam que este contrato de compra representava uma simples aquisição de equipamento, sem nenhuma transferência de tecnologia. Em 1974, conforme atesta Kassenova (2014), o governo estadunidense provocou a revisão do contrato, retirando a garantia de fornecimento de combustível para a futura Usina Angra I, além de restringir o fornecimento a um regime onde o combustível seria disponibilizado em datas específicas estabelecidas pela Comissão de Energia Atômica estadunidense.

Considerando o revés dos EUA quanto ao fornecimento do combustível para Angra I, o governo brasileiro resolveu acelerar o plano de desenvolvimento na área nuclear e de energia. De acordo com Patti (2012), este plano foi batizado de “Plano 90” e previa a construção de 12 plantas nucleares até 1990, visando satisfazer o aumento da demanda de energia elétrica previsto em meio ao contexto do forte crescimento econômico brasileiro e a suposta proximidade do limite de fornecimento de energia elétrica oriunda das centrais hidroelétricas nacionais. Ainda no bojo desse plano, estava previsto o domínio gradual do ciclo do combustível nuclear e do reprocessamento de combustível. Cabe ressaltar que o intuito do plano sempre foi a utilização da energia nuclear para fins pacíficos.

Não obstante os EUA exercerem uma forte oposição política junto aos seus aliados em relação à transferência da tecnologia nuclear para o Brasil, em 1975, o presidente

---

<sup>24</sup> Empresa norte americana do setor nuclear.

Ernesto Geisel (1974-1979) assinou um acordo com a República Federal da Alemanha (RFA) prevendo a construção de oito usinas nucleares e a transferência de tecnologia para o enriquecimento de urânio. Neste acordo, o contrato celebrado foi, até então, o que estabelecia a maior transferência de tecnologia acordada entre um país industrializado e um país em desenvolvimento, conforme afirmam Kuramoto e Appoloni (2002). Em 1976, foi concluído um acordo de salvaguardas com a AIEA de modo a garantir que, no âmbito da relação entre a Alemanha e o Brasil, a energia nuclear fosse utilizada apenas para fins pacíficos.

Embora o Brasil estivesse avançando em relação ao desenvolvimento da tecnologia nuclear, o acordo com a Alemanha, no que concerne ao enriquecimento de urânio, não foi positivo. A tecnologia envolvida neste acordo, conhecida como jato centrifugação, só havia obtido êxito em escala laboratorial e apresentava uma desvantagem intrínseca por envolver um alto consumo de energia elétrica em relação à ultracentrifugação. Há de se destacar que a tecnologia de enriquecimento disponibilizada no acordo germânico brasileiro não foi a originalmente pretendida pelo Brasil, mas, por força da pressão estadunidense, a Holanda, que em conjunto com a Alemanha e Reino Unido formavam um consórcio europeu denominado URENCO, não aprovou a transferência da tecnologia de enriquecimento por centrifugação para o Brasil, conforme salienta Patti (2012).

Em meio a esse cenário, segundo Kassenova (2014), com a assunção de Jimmy Carter (1977-1981) à presidência dos EUA, a política americana passou a ser ainda mais rígida em relação à restrição de transferência de tecnologia do domínio do ciclo do combustível nuclear para o Brasil, pois buscava impor a completa dependência brasileira à importação do combustível nuclear pelos EUA e tentar evitar qualquer compartilhamento de conhecimento que contribuísse para que o Brasil se tornasse autônomo nesta área. Houve uma forte pressão sobre a Alemanha para que ela não alimentasse o acordo com informações

nesta direção. De fato, o processo de jato centrifugação para o enriquecimento de urânio não estava dando resultados positivos, mesmo havendo empenho dos técnicos brasileiros na operação dos equipamentos.

### **3.2 A Marinha do Brasil e o Programa Nuclear**

Segundo Kassenova (2014), para o governo e os cientistas brasileiros restava claro que os EUA e os demais Estados detentores do conhecimento nuclear não seriam uma fonte confiável para o desenvolvimento da tecnologia do ciclo do combustível nuclear pelo Brasil. Problemas com o abastecimento de combustível pelos Estados Unidos, cooperação malsucedida com o alemães no enriquecimento de urânio, e a consolidação da política mais radical dos EUA em relação à transferência de tecnologia nuclear para o Brasil, sob o regime do presidente Carter, solidificaram a determinação das elites políticas, militares e técnicas em buscar o desenvolvimento do ciclo de combustível nuclear de forma autóctone e independente.

Em 1979, inicia-se o Programa Nuclear Paralelo. Secreto e envolto por uma atmosfera de decepção devido às tentativas frustradas junto aos parceiros internacionais, possuía a característica intrínseca da determinação nacional em se tornar autossuficiente no que concerne à tecnologia nuclear. Esse programa envolvia as três Forças Armadas, com incumbências específicas para cada uma delas. A Força Aérea lançou o programa de enriquecimento de urânio a laser, visando seu programa de veículos aéreos especiais. O Exército tentou desenvolver um reator de gás grafite, visando sua necessidade de urânio e grafite metálicos. Já a Marinha do Brasil focou no domínio do ciclo do combustível nuclear e na construção de um submarino de propulsão nuclear. De acordo com Kassenova (2014) o

programa da MB era o mais sustentável e exitoso no âmbito do programa paralelo.

Na MB, o programa secreto recebeu o nome de CHALANA, sendo desmembrado em dois projetos. O CICLONE, voltado para o desenvolvimento do ciclo de combustível nuclear e o REMO cujo propósito era o desenvolvimento da propulsão nuclear naval (FILHO, 2011).

O ciclo do combustível é constituído pelas seguintes etapas:

- a) extração do minério de urânio;
- b) beneficiamento de urânio gerando o *yellow cake*;
- c) conversão do *yellow cake* em hexafluoreto de urânio;
- d) enriquecimento do gás (hexafluoreto de urânio);
- e) conversão do gás enriquecido em dióxido de urânio em pó;
- f) transformação do pó em pastilhas;
- g) fabricação do elemento combustível.

No âmbito do projeto CICLONE, com o apoio do IPEN, a MB conseguiu atingir dois importantes estágios do desenvolvimento do ciclo do combustível, a conversão do *yellow cake* em hexafluoreto de urânio e o enriquecimento do urânio por meio de ultracentrífugas inteiramente projetadas por brasileiros. Segundo Kuramoto e Appoloni (2002), as primeiras experiências de enriquecimento de urânio, realizadas em 1982, atingiram o grau de 1,2 %, sendo insuficiente para abastecer Angra I, cujo teor estava na casa dos 3%. No entanto, o êxito alcançado demonstrou alto nível de competência dos brasileiros no domínio dessa tecnologia, principalmente ao ser comparado ao ineficiente projeto proposto pelos alemães. Rapidamente e a um custo muito menor, o Brasil dominou e vem aperfeiçoando o enriquecimento até os dias atuais.

Já no enquadramento do projeto REMO, foi estabelecida a necessidade de construção de um protótipo em terra de um reator nuclear, inicialmente batizado de Reator

Nacional de Água Pressurizada (RENAP), tendo sua designação alterada para Instalação Nacional de Água Pressurizada (INAP). Hoje, este projeto recebe o nome de Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE).

Em 17 de outubro de 1986, o Decreto nº 93.439 do Presidente da República José Sarney (1985-1990) criou a Coordenadoria para Projetos Especiais (COPESP)<sup>25</sup> dentro da estrutura orgânica do Ministério da Marinha, subordinada à Diretoria Geral do Material da Marinha, com a finalidade de obter para a MB sistemas e seus componentes, com características peculiares e especiais. Esta Organização Militar (OM) foi criada para a condução das atividades relacionadas à tecnologia nuclear pela MB.

Em 1987, o presidente Sarney divulga em rede nacional que os cientistas brasileiros haviam conseguido dominar a tecnologia de enriquecimento de urânio por ultracentrifugação (Kuramoto e Appoloni, 2002). Nessa divulgação, o presidente Sarney informa que o programa foi mantido secreto para garantir a segurança nacional.

Em 1988, o Centro Experimental Aramar (CEA) é inaugurado na cidade de Iperó, localizada a cerca de 120 km da capital paulista. A inauguração do CEA foi concomitante com a inauguração do Laboratório de Enriquecimento Isotópico de Urânio (LEI), situado no interior da área do CEA, passando a fazer parte de suas instalações. Nesta época, o Programa CHALANA, agora oficial, passa a ser conhecido como Programa Nuclear da Marinha. O CEA foi criado com o propósito de permitir a construção da usina piloto de enriquecimento e a construção do reator em terra, preparando as condições para a produção industrial do combustível e a operação do reator com condições de contorno mais favoráveis do que as existentes em um submarino, servindo de laboratório para desenvolvimento do conhecimento base para a implementação da propulsão nuclear do futuro submarino brasileiro.

---

<sup>25</sup> A partir de 1995 foi renomeada para Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

### 3.3 O Laboratório de Geração Energia Nucleoelétrica

Entre os anos 1990 e 2000, vários motivos fizeram com que a velocidade de desenvolvimento do PNM fosse reduzida radicalmente. A política nacional e internacional, as dificuldades econômicas, a perda de pessoal qualificado, entre outros fatores, levaram o programa a um estado vegetativo, cumprindo pequenas metas quando comparado com o planejamento inicial. Este período foi considerado como a década perdida para o Programa Nuclear Brasileiro. Neste contexto, o PNM foi redimensionado financeiramente, levando à suspensão do projeto de construção do submarino de propulsão nuclear (OLIVEIRA, 2018). A partir do primeiro mandato do presidente Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2011), o cenário mudou, gerando as condições para a valorização do programa do submarino de propulsão nuclear, conforme destaca Filho (2011). Em meio a esse cenário, a MB propôs que o governo fizesse um aporte financeiro de R\$ 130 milhões durante oito anos para retomar o projeto do submarino nuclear, possibilitando a construção de usina de enriquecimento de urânio e instalações adequadas para o LABGENE. A partir de 2008, simultaneamente com o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), o PNM ganhou um novo impulso, voltando a estabelecer metas de médio prazo com reais perspectivas de cumprimento.

Atualmente, após diversas alterações no cenário nacional e internacional desde a criação do Programa Nuclear Paralelo, o PNM mantém o propósito de desenvolver a propulsão nuclear para emprego em submarino. A MB mantém a visão de que esse é um projeto de grande relevância, incluindo-o no Portfólio Estratégico da Marinha (EMA-418, 2017). No capítulo 4, o EMA-418 ressalta o desenvolvimento nacional gerado pela implementação do PNM, tanto no setor industrial como no setor universitário, ante a necessidade de pesquisas para suportar as ações implementadas.

Ainda de acordo com o EMA-418, o PNM está dividido em 4 projetos independentes:

- 1) construção do LABGENE;
- 2) pesquisa e desenvolvimento do ciclo de combustível;
- 3) manutenção e operação do CTMSP;
- 4) descomissionamento das instalações de energia nucleoe elétrica.

Considerando que o objeto da análise desta tese é o LABGENE, apenas suas características serão abordadas neste capítulo.

O EMA-418 destaca que o LABGENE:

... tem como propósito a construção do protótipo de Reator, tipo *Pressurized Water Reactor* (PWR), que objetiva desenvolver e testar uma ampla gama de sistemas e equipamentos, inclusive de proteção radiológica e segurança nuclear, antes da instalação/montagem definitiva de um reator semelhante no primeiro SNBR, propiciando, ainda, meios para o treinamento e qualificação de operadores de sistemas nucleares.

Viabilizará ainda a realização de testes e experimentos em sistemas e equipamentos nucleares, para a qualificação e o aprimoramento de métodos de projeto, fabricação e operação de itens. (BRASIL, 2017, p.4-2.).

Também está explicitado no EMA-418 que, a partir da conclusão do LABGENE, os testes do protótipo da planta de geração de energia do SNBR, envolvendo o projeto, construção, comissionamento, operação e manutenção de reatores tipo PWR, poderão ser realizados. O projeto de construção do LABGENE demanda atividades de pesquisa e desenvolvimento, e devido à sua característica multidisciplinar, possui relação intrínseca com as áreas de projeto, arquitetura, plataforma e engenharia naval e militar, sensores, sistemas, materiais, componentes e equipamentos nucleares com uso de tecnologia dual. Ao longo de todo o desenvolvimento do projeto, tem sido necessário manter uma forte integração com as universidades e institutos/centros de tecnologia e pesquisa, civis e militares, proporcionando o desenvolvimento e absorção de tecnologia sensível, permitindo assim a concepção de projetos nacionais e o incremento do desenvolvimento, no país, da área nuclear (BRASIL, 2017).

Diante da dimensão apresentada, é preciso destacar que, além de ir ao encontro das necessidades estratégicas da MB, o PNM é um programa classificado como tríplice hélice englobando os setores do governo, academia e empresarial, contribuindo de forma incontestável para o progresso e o desenvolvimento nacional.

Em 25 de outubro de 2007, durante uma apresentação realizada pelo Comando da Marinha à Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional e à Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática do Senado Federal, o então Comandante da Marinha, o Almirante de Esquadra Júlio Soares de Moura Neto, deixa claro que somente após logrado êxito na operação da planta nuclear, estarão criadas as condições para dar prosseguimento à meta de construir um submarino nuclear brasileiro.

A planta nuclear a que o Almirante Moura Neto se referiu é o LABGENE, que é um protótipo de geração de energia nucleoe elétrica, destinada à execução de testes visando o desenvolvimento da propulsão naval. Essa planta é o modelo em escala 1:1 da propulsão do SNBR construída em terra. Há de se destacar que é uma instalação nuclear para a qual não há uma usina de referência, implicando maior complexidade e necessidade de desenvolvimento de procedimentos próprios, sempre fundamentados em programas de testes e verificações para execução dos principais passos de sua implantação. Essa etapa é extremamente sensível, pois aqueles que detém o conhecimento da construção de submarinos de propulsão nuclear, não compartilham informações sobre problemas e soluções peculiares a esta instalação, e em alguns casos, buscam dificultar o domínio daqueles que ainda não integram este seletivo grupo.

Conforme entrevista concedida a este autor, constante do Apêndice A, o Contra-Almirante (EN) Guilherme Dionizio Alves, Diretor de Desenvolvimento Nuclear da Marinha, informa quais são os principais subempreendimentos que compõem o LABGENE:

- a) Protótipo em Terra (PROTER);

- b) Prédio do Reator (PR) e Anexo ao Prédio do Reator (APR);
- c) Prédio das Turbinas (PT) e Anexo ao Prédio das Turbinas (APT);
- d) Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC);
- e) Prédio Auxiliar Controlado (PAC) e Chaminé de Exaustão (CE);
- f) Prédio do Combustível (PC);
- g) Prédio da Cabine Primária (SUB 1);
- h) Prédio de Emergência (SUB 2);
- i) Infraestrutura de Apoio (IEA);
- j) Unidade de Resfriamento do PROTER (UR);
- k) Prédio de Preparação e Testes de Embalagens (PPTE);
- l) Prédio de Armazenamento Intermediário de Rejeitos (PAIR).



FIGURA 1- Conjunto de prédios que compõem o LABGENE – Fonte <http://www.ibracon.org.br/eventos/56cbc/Parte1.pdf>. Acesso em 16 de junho de 2019.

A FIG. 1 apresenta a ideia de arranjo dos subempreendimentos componentes do LABGENE, demonstrando o vulto da obra relacionada a esse projeto.

O PROTER é uma estrutura metálica cilíndrica com dimensões similares às do futuro submarino de propulsão nuclear. Foi projetado para simular o espaço e o arranjo de

uma planta nuclear PWR típica a ser instalada no submarino brasileiro. É formado por 3 blocos denominados 40, 30 e 20. O Bloco 40 será instalado no Prédio do Reator e os Blocos 20 e 30, no Prédio das Turbinas. Os blocos serão instalados sobre berços ou selas de sustentação (ALVES, 2019). É possível visualizar sua concepção por meio das FIG. 2, 3 e 4.

O Bloco 40 é uma estrutura suportada por berços ou selas de sustentação, estanque e resistente à pressão nas condições dos acidentes postulados no projeto e em condições pós-acidente. Fica submersa na água da Piscina de Blindagem Externa, a qual é construída em concreto dentro do PR, conforme apresentado na FIG. 4. O Reator e o Circuito Primário composto pelos geradores de vapor, pressurizador e bomba de circulação, são montados dentro do Bloco 40, conforme demonstra a FIG. 3. Possui os subcompartimentos denominados Bloco 40V e Bloco 40R (respectivamente localizados à vante e à ré do Bloco 40), que servem de expansão para redução da pressão da contenção e abrigam alguns dos sistemas auxiliares e de segurança do circuito primário, incluindo as escotilhas de acesso de pessoal e de instalação e remoção de equipamentos. Conforme é comum a este tipo de instalação, serão instaladas penetrações das tubulações de processo, de cabos elétricos, de instrumentação e de dutos de ventilação.

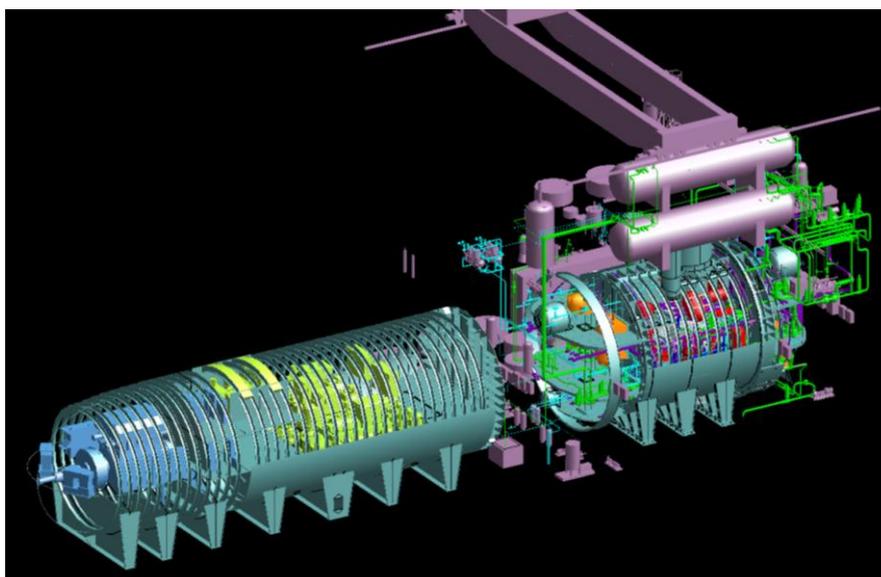


FIGURA 2- Blocos 20, 30 e 40 (LABGENE). Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/11/19/primeira-operacao-da-sala-de-controle-do-labgene/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

No Bloco 40V, estarão instalados trocadores de calor do Sistema de Resfriamento de Emergência (SRE), bombas de circulação do refrigerante do SRE, entre outros equipamentos. No Bloco 40R ficaram abrigados os dois acumuladores do SRE (ALVES, 2019).

Os Blocos 30 e 20 são estruturas contínuas, instalados no Prédio das Turbinas. O Bloco 30 constitui o compartimento dos turbos geradores, onde estão instalados os componentes do sistema de conversão de energia, também denominado sistema secundário. Os seus componentes principais são as turbinas dos grupos turbo geradores, os condensadores principais, as bombas de extração de condensado, as bombas de água de alimentação, e os geradores elétricos auxiliares, conforme apresentado na FIG. 3. O Bloco 20 constitui o compartimento do Motor Elétrico de Propulsão (MEP), onde estão instalados os componentes do sistema de acionamento elétrico do eixo propulsor (propulsão elétrica). Seus componentes principais são: o MEP, os geradores elétricos principais e o dispositivo de frenagem (ALVES, 2019).

O eixo propulsor está acoplado a um freio dinamométrico que simula o carregamento do hélice de propulsão da embarcação, absorvendo a maior parte da potência produzida pelo Reator. Este freio localiza-se fora do Bloco 20, fixado diretamente ao piso do PT.

Conforme colocado por Alves (2019), o Bloco 40 subdividido em Bloco 40V e 40R desempenha a função de contenção. Esse bloco é montado dentro da Piscina de Blindagem Externa (PBE) que por sua vez será construída no interior do PR, prédio este que desempenha a função de confinamento secundário. O PR confina também uma oficina mecânica e dispositivos de manutenção do reator e do circuito primário, especialmente aqueles empregados nas trocas de combustível.

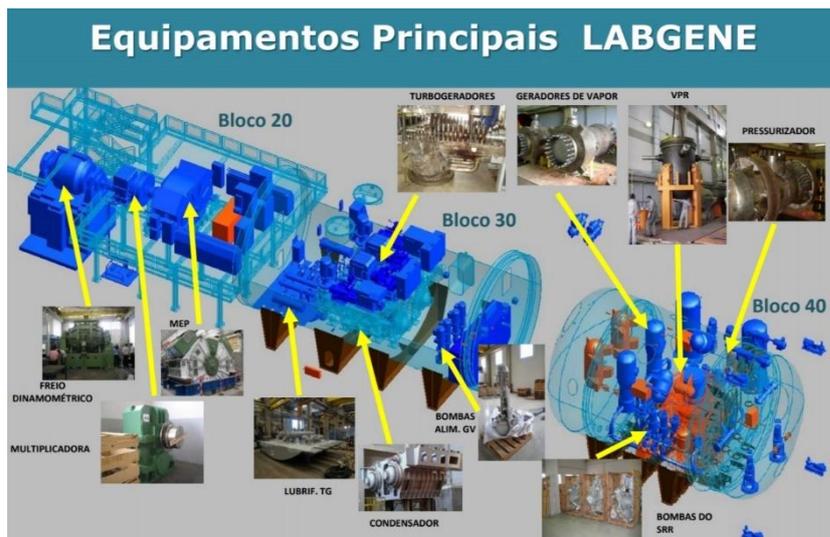


FIGURA 3 — Equipamentos principais do LABGENE. Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/11/19/primeira-operacao-da-sala-de-controle-do-labgene/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

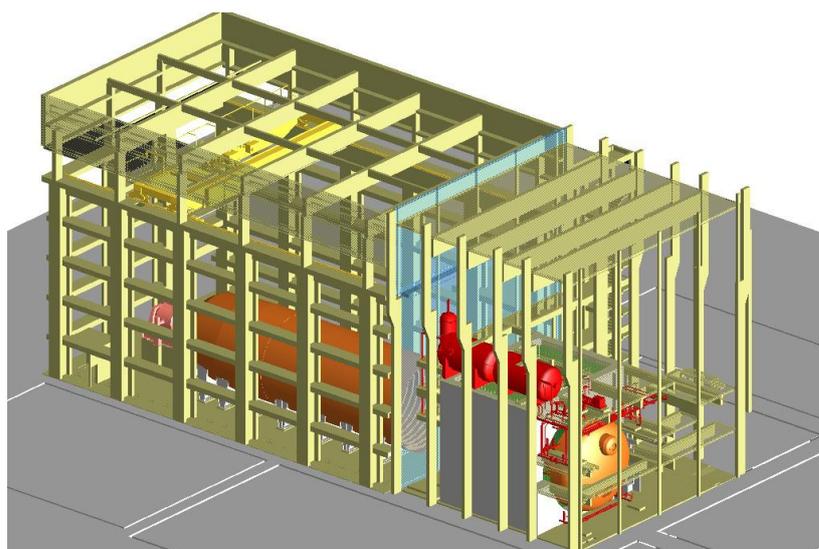


FIGURA 4 — Visão da posição dos blocos no interior do PR e do PT. Fonte: [https://ecen.com/eee53/eee53p/reactor\\_labegene.htm](https://ecen.com/eee53/eee53p/reactor_labegene.htm). Acesso em 16 de junho de 2019.

Para efetuar a manutenção e a troca de combustível, foram projetados alguns dispositivos tais como a Máquina de Troca de Combustível (MTC) e Blindagem Rotativa (BR), a Máquina de Tracionamento de Parafusos do Tampo do Vaso de Pressão do Reator (MTP), a Máquina de Transferência de Combustível Novo (MCN), os dispositivos de içamento das estruturas internas do Vaso de Pressão do Reator e os Dispositivos do MAB (ALVES, 2019).

Cabe destacar que por se tratar de uma instalação nuclear, o PR deve atender às adequadas prescrições de segurança sísmicas e de onda de pressão, além de garantir a limitação de liberação de material radioativo (radionuclídeos) para o meio ambiente, entre outros requisitos que são imperativos para o licenciamento.

Anexo a esse prédio está o APR, destinado para a instalação de uma oficina de mecânica, salas de ventilação e ar condicionado (VAC), as salas de elétrica, as salas de instrumentação e controle, e a área dos resfriadores evaporativos.

Conforme já comentado, os Blocos 20 e 30 do PROTER ficarão no interior do PT. Neste prédio, também estarão instalados o freio dinamométrico juntamente com sua sala de controle e uma ponte rolante de apoio. Anexo ao PT, o APT é o local reservado para a instalação da sala de baterias além de outros espaços para apoio geral.

A sala de comando do LABGENE, juntamente com a sala de suporte técnico, a sala de proteção radiológica, a sala comando dos painéis elétricos, do sistema de água gelada, o sistema de ar comprimido, o sistema de água desmineralizada e o sistema de ventilação e ar condicionado ficarão instalados no Prédio de Auxiliar Não Controlado.

Nas instalações do LABGENE, foi previsto um local para alojar, de forma adequada e segura, os sistemas de processamento de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos, agregado a um sistema de ventilação e ar condicionado bem como um sistema de vapor auxiliar, que é o Prédio Auxiliar Controlado (ALVES, 2019).

O Prédio do Combustível, que possui requisitos nucleares, é impermeabilizado externa e internamente. Nele está instalada a Piscina de Estocagem de Combustível (PEC), que é dividida em três compartimentos, Piscina de Estocagem de Combustível Irradiado (PECI), Piscina de Estocagem de Combustível Defeituoso (PECD) e Piscina de Recebimento.

No Prédio da Cabine Primária, está localizado o sistema de distribuição de

energia elétrica para os demais prédios do LABGENE. Neste prédio serão instalados grupos diesel geradores, uma sala de baterias, dois transformadores a óleo, uma sala para os equipamentos de baixa tensão e duas salas para os equipamentos de média tensão.

Os diesel geradores de emergência são instalados em um prédio específico, designado Prédio de Emergência.

Para completar a descrição da estrutura física em que o LABGENE está construído, faz-se necessário citar o Prédio de Preparação e Testes de Embalagens, onde são preparados os tambores para embalagens dos rejeitos sólidos e o Prédio de Armazenamento Intermediário de Rejeitos, onde serão armazenados os rejeitos sólidos, abrigando a área de vistoria radiológica, reembalamento e descontaminação, valas para tambores de 400 l, tambores de compactação e tambores de testes.

Em meio a complexidade da construção das instalações que formarão o LABGENE, cujo início do comissionamento está previsto para 2021, conforme mencionado pelo Diretor Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha, Almirante de Esquadra Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Júnior, em entrevista concedida à revista Brasil Nuclear, publicada em dezembro de 2018<sup>26</sup>, vários equipamentos foram desenvolvidos e, em muitos casos, construídos por engenheiros, técnicos, professores e militares brasileiros. É inquestionável que representam a prova cabal da capacidade brasileira de produzir conhecimento de alto nível para usufruto nacional.

---

<sup>26</sup> <http://www.aben.com.br/revista-brasil-nuclear/edicao-n-49>. Acesso em 16 de junho de 2019.

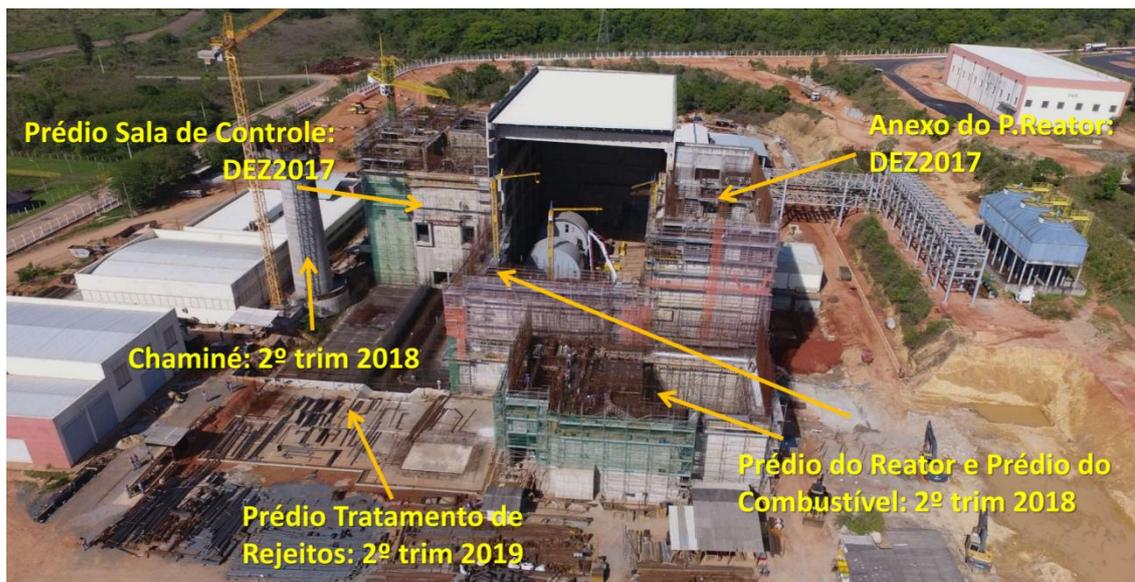


FIGURA 5 – Fotografia demonstrando o estado da construção do LABGENE – 2017. Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/04/10/marinha-avanca-no-labgene-e-lanca-equipamentos-para-producao-de-combustivel-nuclear/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

A FIG. 5 apresenta uma visão das obras de edificação das instalações físicas do LABGENE em 2017, inclusive com as expectativas de conclusão de alguns itens que compõem o complexo estrutural. Deve-se levar em conta que a MB conseguiu avançar nas obras de construção do LABGENE, mesmo não tendo sido atendido o pleito referente ao fluxo contínuo de recursos para a sua conclusão, no valor de R\$ 130 milhões por ano, durante oito anos seguidos. Várias circunstâncias vividas pelo país desde a data da solicitação destes recursos contribuíram para o atraso do cronograma das obras. Um dos pontos relevantes para o atraso foi a perda de pessoal qualificado e experiente ao longo dos últimos anos. Motivos diversos levaram a esta perda, como aposentadoria, busca por melhores salários, desmotivação por falta de prioridade do projeto, falta de repasses de recursos financeiros, entre outros. Aliado a estes fatores, o atraso no cronograma também foi impactado pela necessidade de desenvolver materiais e sistemas, que embora já fossem fabricados por outros países, não foram disponibilizados para o Brasil, uma vez que seriam utilizados na indústria nuclear brasileira, contrariando a política adotada pelos Estados

detentores da determinada tecnologia.

Pode-se afirmar que atualmente o LABGENE é o projeto mais importante do PNM, pois o ciclo do combustível já é plenamente dominado, sendo apenas aperfeiçoado dia a dia. O LABGENE ainda precisa vencer a etapa de finalização da construção de suas instalações, a montagem eletromecânica de seus equipamentos, o comissionamento, o treinamento de suas equipes de operadores, a elaboração dos diversos protocolos de operação e avaliação, além do conhecimento e a efetiva operação e respostas dos equipamentos. Muitas dessas ações foram planejadas para serem executadas em paralelo com a construção dos prédios e equipamentos, o que tem sido efetivamente realizado. A conclusão do LABGENE permitirá que a equipe de engenheiros projetistas confirme os dados esperados na operação do reator, além de permitir a obtenção de diversos parâmetros para a operação do reator a bordo do submarino. É importante ter em mente que o projeto da propulsão nuclear do submarino, que será instalada primeiramente no LABGENE, é inovador, complexo e arrojado, sendo o primeiro desenvolvido inteiramente por brasileiros.

A Marinha do Brasil está prestes a materializar uma etapa de notória importância, em linha com o que foi estabelecido no antigo Projeto REMO, agrupando em uma instalação, toda a tecnologia e experiência adquiridas ao longo dos anos, desde o Programa Nuclear Paralelo. Foram vivenciadas várias políticas nacionais e internacionais que impactaram o desenvolvimento nuclear da MB. Todas as experiências vividas contribuíram para o ganho de aprendizado da MB. Tanto no campo técnico como no campo político, este aprendizado trouxe maturidade para permitir a avaliação do posicionamento brasileiro em relação às condicionantes decorrentes da aplicação do Protocolo Adicional sobre as capacidades nucleares existentes e as almejadas pelo Brasil, incluindo o LABGENE. No próximo capítulo, serão apresentadas algumas avaliações específicas para o LABGENE, de forma a contribuir para o posicionamento brasileiro em relação a esse tema.

## **4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO ADICIONAL NO LABGENE**

Este capítulo aborda o regime de salvaguardas adotado atualmente pelo Brasil junto a AIEA. É apresentado o resultado de uma análise comparativa entre o atual regime de salvaguardas e o PA, destacando as diferenças práticas verificadas entre os dois documentos. Com base nas principais diferenças apontadas, que são relacionadas individualmente, é efetuada uma avaliação para verificar se estas diferenças podem causar impacto sobre a construção e/ou sobre a operação do LABGENE. Conforme apresentado no capítulo anterior, o LABGENE é um empreendimento de importância capital para a conclusão do projeto do primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro (SNBR). A operação satisfatória deste laboratório dará a segurança necessária, em relação ao sistema nuclear da propulsão, para a liberação do início da construção do SNBR. O resultado da avaliação de impacto permite verificar se a hipótese apresentada na introdução desta tese é válida. Tal dado poderá contribuir para a tomada de decisão do governo brasileiro quanto a assinatura do PA. Nesta avaliação não foi considerada qualquer modificação do modelo original do PA, disponibilizado pela AIEA, registrado como INFCIRC/540.

### **4.1 O Brasil e o Acordo de Salvaguardas Abrangentes**

No inciso “a” do artigo 23 da Constituição de 1988, o Estado brasileiro registrou que toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos e mediante aprovação do Congresso Nacional. No entanto, de acordo com a visão da

comunidade internacional, o fato de possuir quantidade expressiva de reservas de urânio em seu território; dominar todas as fases do ciclo do combustível nuclear; possuir instalações nucleares para geração de energia; e ter projeto próprio de um reator nuclear de potência para aplicação dual (propulsão naval, geração de energia, desenvolvimento de pesquisas, entre outros), fazem do Brasil um membro obrigatório do grupo de estados que deve ser monitorado e enquadrado nas regras estabelecidas pela AIEA para o regime de salvaguardas nucleares, visando garantir que não existam desvios do propósito pacífico da utilização dessas capacidades. Perante a comunidade internacional, o Brasil demonstra seu propósito de evitar a proliferação nuclear e de utilizar esta tecnologia especificamente para uso pacífico, por ser signatário do Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP), submetendo-se às salvaguardas impostas por este regime.

Antes de se tornar um Estado signatário do TNP, o Brasil já havia assinado um acordo de salvaguardas abrangentes, que se encontra válido até os dias atuais. Este acordo, conhecido como Acordo Quadripartite e referenciado na AIEA como INFCIRC/435<sup>27</sup>, foi assinado em 1991 pelo Brasil, Argentina, AIEA e a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC)<sup>28</sup>, entrando em vigor em 1994.

Por meio do Acordo Quadripartite, tanto o Brasil como a Argentina colocaram

---

<sup>27</sup> INFCIRC/435 – *Agreement of 13 december 1991 between the Republic of Argentina, the Federative Republic of Brazil, The Brazilian-Argentine Agency for Accounting and Control of Nuclear Materials and the International Atomic Energy Agency for the Application of safeguards* (Acordo de 13 de dezembro de 1991 entre a República da Argentina, a República Federativa do Brasil, a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares e a Agência Internacional de Energia Atômica) – Tradução nossa. Para consulta ao documento integral, acessar: <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/agreement-13-december-1991-between-republic-argentina-federative-republic-brazil-brazilian-argentine-agency-accounting-and-control-nuclear-materials-and-international-atomic-energy-agency-application-safeguards>. Acesso em 07 de julho de 2019.

<sup>28</sup> A Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares foi criada em 18 de julho de 1991 com a assinatura do Acordo entre a Argentina e o Brasil para o uso exclusivamente pacífico da energia nuclear, doravante denominado Acordo Bilateral. Após ser aprovado pelos Congressos dos dois países, o Acordo Bilateral entrou em vigor em dezembro de 1991. A principal missão da ABACC é garantir à Argentina, ao Brasil e à comunidade internacional que todos os materiais e instalações nucleares existentes nos dois países estão sendo usados com fins exclusivamente pacíficos. O objetivo da ABACC é administrar e aplicar o Sistema Comum de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (SCCC), o qual tem por finalidade verificar que os materiais nucleares em todas as atividades nucleares dos dois países não sejam desviados para armas nucleares. Maiores informações podem ser obtidas em: <https://www.abacc.org.br/a-abacc/sobre-a-abacc>. Acesso em 16 de julho de 2019.

todos os materiais nucleares em todas atividades nucleares sob as salvaguardas da AIEA. No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear, por meio da Coordenação de Salvaguardas, é o órgão responsável pela elaboração e aplicação das normas de contabilidade e controle para todas as instalações locais do país que usam ou produzem materiais nucleares. A CNEN é a Autoridade Nacional que faz o acompanhamento de todas as inspeções e atividades de salvaguardas realizadas pela AIEA e/ou pela ABACC nas instalações locais do país.

Como resume Guimarães (2010), as salvaguardas abrangentes são baseadas em avaliações de exatidão e integridade da contabilidade e do controle do material nuclear e das atividades nucleares declaradas pelo Estado membro. Em conformidade com o acordo em vigor, são aplicados, basicamente, dois conjuntos de medidas. O primeiro conjunto trata da verificação dos relatórios sobre materiais e atividades nucleares declarados pelo Estado, complementada por aplicação de selos invioláveis e por instalação de câmeras de vigilância em pontos considerados estratégicos dentro das instalações nucleares. O segundo conjunto de medidas é composto por inspeções similares às previstas na INFICIRC/153, descritas no Capítulo I, ou seja, inspeções *ad hoc*, inspeções de rotina e inspeções especiais. Destaca-se que essas inspeções seguem o sistema de notificação estabelecido nos capítulos 81 e 82 do Acordo Quadripartite. As notificações podem ser feitas em prazos que variam de 24 horas até uma semana de antecedência, sendo que também está prevista, no capítulo 82, a possibilidade da AIEA efetuar inspeções de rotina sem o aviso prévio, conhecidas como inspeções randômicas.

Estabelecida a diretiva pela Constituição de 1988 sobre a finalidade pacífica do uso da energia nuclear, reforçada pela assinatura do acordo de salvaguardas abrangentes, o Brasil prosseguiu em afirmar sua posição quanto ao uso exclusivamente pacífico da energia

nuclear junto à comunidade internacional por meio da adesão ao Tratado de Tlatelolco<sup>29</sup> (1994), ao Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis<sup>30</sup> (1995), Grupo de Supridores Nucleares<sup>31</sup> (1996), Tratado para a Proibição Completa de Testes Nucleares<sup>32</sup> (1996) e próprio TNP (1998), deixando clara sua disposição natural de não construir qualquer espécie de artefato nuclear.

Em que pese a clareza do propósito brasileiro, no caso do Protocolo Adicional ao Acordo de Salvaguardas da AIEA, o Brasil não manifestou, até o momento, intenção de aderir a este protocolo. Fatores políticos, comerciais, empresariais, técnicos e até concernentes às questões de pesquisa e desenvolvimento são elencados para justificar o posicionamento nacional de discordância da utilização do modelo estabelecido pela INFCIRC/540 no Brasil.

## **4.2 Análise do Eventual Impacto do PA Sobre o LABGENE**

Existe uma grande pressão internacional para o Brasil assinar o PA. Muitas suposições em relação à posição brasileira são levantadas por atores internacionais afetando áreas políticas, comerciais e até mesmo sociais. No entanto, é preciso analisar os eventuais

---

<sup>29</sup> Tratado de Tlatelolco: Tratado para a Proscrição de Armas Nucleares na América Latina. Conteúdo integral disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D1246.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1246.htm). Acesso em 24 de junho de 2019.

<sup>30</sup> O Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR) foi criado em abril de 1987 pelo Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Grã-Bretanha e Estados Unidos. O MTCR foi criado a fim de conter a disseminação dos sistemas de armas capazes de transportar armas nucleares, especificamente os sistemas de carga mínima de 500 kg, e alcance superior à 300 km. [https://www.defesa.gov.br/arquivos/pdf/ciencia\\_tecnologia/8\\_seminario\\_cti/06\\_out/1\\_mtcr.pdf](https://www.defesa.gov.br/arquivos/pdf/ciencia_tecnologia/8_seminario_cti/06_out/1_mtcr.pdf). Acesso em 24 de junho de 2019.

<sup>31</sup> Grupo de Supridores Nucleares é um organismo multinacional preocupado com a redução da proliferação nuclear, controlando a exportação e a transferência de materiais e tecnologias que podem ser aplicadas no desenvolvimento de armas nucleares e melhorando a proteção dos armamentos existentes. Conteúdo integral disponível em <http://www.nuclearsuppliersgroup.org/en/about-nsg/history>. Acesso em 24 de junho de 2019.

<sup>32</sup> Tratado de Proibição Completa de Testes Nucleares - CTBT, concluído em Nova Iorque, em 24 de setembro de 1996. Conteúdo integral disponível em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1998/decretolegislativo-64-2-julho-1998-361727-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em 24 de junho de 2019.

impactos no país, decorrentes da assinatura do adicional ao acordo de salvaguardas vigente. Esta análise permitirá identificar pontos que deverão ser levados em consideração para a definição da postura brasileira em relação ao PA, visando a manutenção dos interesses nacionais.

Conforme apresentado no capítulo dois, o PA avalia as informações e as atividades de todo o Estado e não apenas dos locais aonde são realizadas atividades nucleares, no entanto, o foco desta tese é a análise de um eventual impacto especificamente sobre a construção e operação do LABGENE, abordando principalmente o ponto de vista técnico e operacional. Para isso, serão consideradas as diferenças implementadas sobre o Acordo Quadripartite (INFICIRC/435) pela aplicação do modelo do PA (INFICIRC/540). Para a análise do impacto sobre a construção, será considerado o estágio atual da construção do LABGENE e, para a análise do impacto sobre a operação, será considerada a situação de equipamento novo como se estivesse em fase de comissionamento.

É importante considerar que o PA é um instrumento complementar ao acordo de salvaguardas abrangentes, desta forma, não há antagonismos entre os documentos. Basicamente, as diferenças são compostas por acréscimos que o PA introduz no acordo abrangente por meio da criação de mecanismos para reforçar o alcance e a eficácia do regime de salvaguardas. Conforme descreve Moura (2001) e Marzo (2005), as provisões (informações ampliadas) estabelecidas no artigo 2 e os acessos complementares tratados nos artigos 4 a 10 são os principais elementos inseridos pelo PA para fortalecer o regime de salvaguardas.

O procedimento para analisar se o PA poderá produzir impacto sobre o LABGENE segue a seguinte cinemática: descrição do item do PA e resposta a dois questionamentos básicos: “Este item tem potencial para afetar a construção do LABGENE?” e “Este item tem potencial para afetar a operação do LABGENE?”. As respostas para esses

questionamentos são fruto da observação do processo de construção do regime de salvaguardas, que conforme apresentado no capítulo dois, foi cercado de controvérsias em relação às verdadeiras motivações e propósitos; e dos fatos que permearam o desenvolvimento da tecnologia nuclear nacional, como a assinatura de acordos infrutíferos e a criação de barreiras comerciais, que contribuíram para a formação de um sentimento de desconfiança e decepção em relação aos parceiros internacionais, levando o Brasil a optar por desenvolver, de maneira autóctone, o domínio do ciclo do combustível e o projeto de um reator nuclear para emprego na propulsão naval, conforme descrito no capítulo três.

A seguir estão listados os principais itens presentes no PA que reforçam o Acordo Quadripartite e estão respondidas as duas questões que balizaram a análise:

**Artigo 2, item a** – O Estado membro deverá providenciar uma declaração à AIEA contendo:

1- Informação e descrição geral, especificando a localização de atividades de pesquisa e desenvolvimento relativas ao ciclo do combustível nuclear que não envolvam material nuclear.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Considerando a declaração do Almirante Bento que a previsão de início do comissionamento do LABGENE é em 2021, associada à fotografia que apresenta o status da construção (FIG. 5), constata-se o bom andamento da obra, não sendo esperado que as informações descritas no item 1, possam impactar sua conclusão.

b. Afeta a operação do LABGENE?

A operação do LABGENE irá produzir uma série de dados de desempenho, de operacionalidade, de falhas, entre várias outras informações que serão coletadas e estudadas por técnicos do CTMSP e por agentes externos, oriundos da academia e de empresas envolvidas no processo de desenvolvimento e fabricação de peças, equipamentos e sistemas.

Estes dados são estratégicos e muito sensíveis do ponto de vista operacional e de desenvolvimento. Esse cenário é naturalmente susceptível a problemas de sigilo da informação, uma vez que não há como garantir que seres humanos não falhem ou não cedam a pressões variadas, por mais que sejam submetidos a avaliação do sistema de informações e segurança. Ao identificar os locais aonde dados sensíveis serão estudados e armazenados, naturalmente a vulnerabilidade no sistema de segurança aumenta, mesmo considerando que o destino da informação seja a AIEA. A primeira razão é o foco que os locais de pesquisa ganham ao serem submetidos a uma eventual visita de inspeção de rotina que a AIEA resolva fazer. Essa visita pode ser monitorada por atores externos. A identificação dos locais de pesquisa e desenvolvimento podem torná-los alvos para o emprego de diversas ações negativas para o projeto, tais como a espionagem para a captura de dados, a identificação da equipe de trabalho facilitando o assédio sobre seus membros por competidores comerciais, ou por agentes que tenham interesse em retardar ou interromper o projeto. Outro agente que aumenta a fragilidade do projeto é a possibilidade de acesso às informações de pesquisa e desenvolvimento por parte dos próprios inspetores da AIEA. Não parece razoável que haja qualquer contato compulsório de agentes estrangeiros com a produção científica nacional, esta situação pode comprometer o sigilo necessário ao desenvolvimento do projeto, contribuindo com o aumento da vulnerabilidade da segurança.

Um cenário hipotético possível neste contexto, é a identificação de um determinado técnico que possui grande capacidade de análise e desenvolvimento de soluções para problemas de desempenho do combustível na operação do reator do LABGENE. Um ator externo que objetiva inutilizar esta competência, pode assediar o indivíduo convidando-o para trabalhar em uma empresa de um outro ramo de atividade, oferecendo condições de trabalho superiores as que ele tem em sua atividade original, fazendo com que ele abandone o projeto. Por si só, o resultado desta ação já causaria impacto na operação do LABGENE.

Caso a ação fosse executada em mais de uma equipe de pesquisa e desenvolvimento, o impacto negativo na operação do LABGENE poderia ser incalculável.

A situação hipotética apresentada representa apenas um cenário possível que a identificação dos centros de pesquisa e desenvolvimento pode gerar. Obviamente, esse cenário poderia acontecer independente do fornecimento da informação pelo Estado, mas ao fornecê-la, o trabalho de identificação de alvos por parte de supostos agentes contrários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear pelo Brasil, fica extremamente facilitado, aumentando a velocidade de um eventual impacto negativo.

2- Informações sobre atividades operacionais identificadas pela AIEA que poderiam aumentar a eficácia ou eficiência das salvaguardas em uma unidade nuclear ou em outros locais onde material nuclear é costumeiramente utilizado.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Como se trata de informação não especificada a ser solicitada pela AIEA, não se conhece o teor desta informação, no entanto, considerando a maturidade do projeto de construção, não é esperado que alguma informação prestada por solicitação da AIEA possa impactar a construção do LABGENE, dado o estágio atual da obra.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Por não se conhecer o teor dos questionamentos formulados pela AIEA relacionados a este item, não se pode afirmar se o fornecimento de uma eventual informação solicitada pela AIEA irá ou não impactar a operação do LABGENE. Dessa forma, optou-se por considerar este item inconclusivo em relação à pergunta formulada.

3- A descrição geral de cada construção dentro dos *sites*<sup>33</sup> destinados à utilização de material nuclear, a informação sobre o conteúdo de cada uma destas construções e o mapa deste *site*.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Apesar de tratar-se de uma organização militar, contendo unidades de segurança patrimonial e prédios que são destinados ao desenvolvimento e avaliação de novas tecnologias, do ponto de vista da construção do LABGENE, não há evidências que essa descrição tem potencial para afetar a sua construção.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Seguindo o mesmo raciocínio da resposta do item 2a3a<sup>34</sup>, o conhecimento e a descrição dos prédios que compõem o sítio nuclear onde o LABGENE está situado, bem como a descrição do que é feito nessas instalações, não apresentam elementos que levem a supor que esta ação poderá afetar a operação do laboratório.

4- Descrição da escala de operações de cada uma das instalações engajadas nas atividades especificadas no anexo I do PA.

O anexo I do PA apresenta uma lista de atividades referentes ao seu artigo 2.a (iv). Estas atividades são todas relacionadas à produção e construção de itens de grande relevância que compõem sistemas de enriquecimento de combustível, sistemas componentes das células de combustível para utilização no reator, sistemas de controle de combustível em utilização no reator e sistemas utilizados em plantas de reprocessamento de combustível.

Tubos de rotor de centrífugas, barras de difusão, sistemas com base de laser, separadores eletromagnéticos de isótopos, colunas ou equipamentos de extração, tubos de

---

<sup>33</sup> A definição de *site* é apresentada no item b. do artigo 18 da INFCIRC/540 (Modelo do Protocolo Adicional) disponível em: <https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc540c.pdf>. Acesso em 06 de julho de 2019.

<sup>34</sup> Regra de formação: A representa o Artigo da INFCIRC/540; b representa a alínea do Artigo; C o número item analisado; e d representa a opção analisada (a- para construção ou b- para operação).

zircônio, água pesada, grade de grafite, containers de combustível irradiado, hastes de controle de reator são alguns dos itens listados, cuja escala de operação é solicitada por meio do PA.

a. Afeta a construção do LABGENE?

A informação sobre a escala de operação da manufatura do material relacionado no anexo I do PA não apresenta qualquer evidência que cause influência na construção do laboratório.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Na questão da operação, pode-se considerar que inicialmente não há qualquer problema na divulgação dos dados solicitados. No entanto, conforme Saraiva (2007), fornecedores de materiais, principalmente alemães e italianos, pressionaram o Brasil para não revelar quais foram as fontes de fornecimento de alguns dos materiais utilizados para a fabricação de componentes empregados na indústria nuclear. Logo, o fornecimento destas informações poderia ser contrário à posição de alguns fornecedores, podendo gerar quebra de confiança, levando à paralisação do fornecimento de peças/equipamentos por parte dessas fontes, o que em última análise, impactaria a operação do LABGENE.

Outra questão importante a se considerar é que o mercado mundial de enriquecimento de combustível, de construção de sistemas nucleares de geração de energia e de propulsão naval é extremamente restrito. Poucos países têm condições de projetar, construir e operar esses sistemas. Não há interesse que novos atores compoñham este grupo. Considerando este fato, dar conhecimento de fornecedores de materiais utilizados em equipamentos do LABGENE, mesmo para inspetores da AIEA, que são susceptíveis a problemas e pressões que podem levar ao vazamento de informações, aumenta a vulnerabilidade dos fornecedores ao assédio de empresas e até de países que podem pressioná-los de várias formas, até mesmo comprá-los, com o objetivo final de atrasar ou

paralisar determinada fabricação de itens, que em última análise poderia afetar a operação do LABGENE.

5- Informação especificando a localização, a situação operacional e a capacidade estimada de produção anual das minas de urânio e das fábricas de concentrado de urânio, bem como das fábricas de tório concentrado e a produção atualizada de cada mina e fábrica de concentrado.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Da mesma forma que o item anterior, não há fator que leve a crer que tal informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a operação do LABGENE.

6- Informações sobre materiais nucleares que não atingiram a composição e pureza adequadas para a fabricação de combustível ou para enriquecimento isotópico, importado ou para exportação.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Da mesma forma que o item anterior, não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a operação do LABGENE.

7- Informação sobre quantidades, usos e localização de material nuclear que de acordo com o parágrafo 35 do Acordo Quadripartite não estão sobre o regime de salvaguardas.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que esta informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Da mesma forma que o item anterior, não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a operação do LABGENE.

8- Informações sobre rejeitos radioativos de média e alta atividade contendo plutônio, urânio de alto enriquecimento ou urânio-233.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Da mesma forma que o item anterior, não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a operação do LABGENE.

9- Informação sobre importação e exportação dos equipamentos e materiais listados no Anexo II do PA.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Em que pese o LABGENE estar com as obras em estado adiantado de conclusão e com seu projeto de construção definido, é razoável que existam alguns equipamentos que dependam de peças ou outro equipamento suplementar ainda não entregues por

fornecedores. Semelhantemente ao caso apresentado no item 2a3b, é possível que existam materiais cuja fonte de fornecimento não concorde com a divulgação de dados relativos à sua empresa. Considerando esta possibilidade, pode-se concluir que o cumprimento desse item, pode acarretar quebra de confiança por parte do fornecedor. Este cenário tem potencial para impacto na construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Com relação a operação do LABGENE, verifica-se a mesma situação apresentada no item 2a4b. Assim depreende-se que existe risco de, ao atender este tópico do PA, gerar impacto na operação do LABGENE.

10- Informações sobre o plano para o desenvolvimento do ciclo de combustível nuclear para 10 anos.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a operação do LABGENE.

**Modelo do PA, artigo 2, item b** - O Estado membro deverá fazer todo o esforço para prestar à AIEA as seguintes informações:

1- Uma descrição geral e informações especificando a localização de atividades de pesquisa e desenvolvimento relativas ao ciclo do combustível nuclear que não envolvam materiais nucleares relacionados especificamente com enriquecimento, reprocessamento de combustível nuclear ou processamento de resíduos de médio ou de alto

nível plutônio, urânio enriquecido ou urânio-233 que são realizados em qualquer local do Estado membro mas não são financiados, especificamente autorizados ou controlados ou realizados em nome do Estado membro.

2- Uma descrição geral das atividades e a identidade da pessoa ou entidade que as realiza em locais identificados pela Agência, fora do *site*, as quais a Agência considere funcionalmente relacionadas às atividades daquele *site*. A provisão desta informação está sujeita a um pedido específico da Agência.

a. Os itens 2b1 e 2b2 afetam a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que essa informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Os itens 2b1 e 2b2 afetam a operação do LABGENE?

No caso da operação, é necessário levar em conta que o maior detalhamento de informações gera vulnerabilidade indesejável. Um grande risco seria o uso indevido dessas informações, principalmente por competidores comerciais. Conforme já comentado nos itens 2a1b e 2a4b, o fato de aumentar a vulnerabilidade de qualquer dado representa potencial de impacto na operação do LABGENE.

**Modelo do PA, artigo 2, item c** – A pedido da AIEA, o Estado membro deverá ampliar e esclarecer qualquer informação fornecida no âmbito deste artigo até o atendimento completo do propósito das salvaguardas.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Considerando o exposto no item 2a9a, uma eventual ampliação de informações tem potencial para afetar a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Considerando o exposto nos itens 2a1b, 2a4b, 2a9b e 2b2b, uma eventual

ampliação de informações tem potencial para afetar a operação do LABGENE.

**Modelo do PA, artigo 5, item a** – neste artigo são descritos os locais para os quais a AIEA pode solicitar o acesso complementar, que amplia a quantidade de locais previstos no Acordo Quadripartite. Está descrito que a AIEA deverá ter acesso a qualquer local dentro do *site*, qualquer instalação ou localidade fora das instalações que possua material nuclear, bem como das instalações descomissionadas.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Considerando que o protótipo da planta de propulsão nuclear é a célula principal do LABGENE, de acordo com os termos do PA, a permissão ao acesso dos inspetores será obrigatória. Assim a preparação para a inspeção é um fator que pode gerar impacto nas atividades de construção, uma vez que demandam preparação de área para acesso aos locais solicitados. Outro fator que gera impacto é a frequência de inspeções. Apesar de, em outros países, esta prática apresentar baixa frequência, uma vez assinado o PA, fica estabelecida a obrigatoriedade de autorizar o acesso às instalações. As inspeções poderão ocorrer em uma frequência que impacte a continuidade da obra. Nas situações apresentadas, o impacto é sempre negativo, por atrasar a obra.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Considerando que o LABGENE é um protótipo de uma instalação nuclear para propulsão do primeiro submarino projetado no Brasil, com características muito similares entre os dois projetos, e que não há qualquer instalação de referência para utilizar parâmetros já consagrados e procedimentos já estabelecidos, diversos testes de segurança e performance serão executados. Considerando o caráter investigativo e exploratório da AIEA durante as inspeções e acessos que, dado o estabelecido pelo PA, deverão ser autorizadas pelo Brasil, várias informações sensíveis poderão ser verificadas durante um período de

acesso, que conforme a alínea ii do item b do artigo 4, pode ser solicitado em prazo menor do que 2 horas, mesmo que gerenciado (conforme previsto no artigo 7 do PA). Diversos procedimentos e medidas deverão ser tomados nessas ocasiões para a proteção de informações relevantes. No entanto, considerando a experiência dos inspetores e o conhecimento técnico prévio, mesmo adotadas medidas de proteção a informações sensíveis, alguns dados são percebidos por meio de sons, atitudes de operadores, entre outros sinais que podem ser colhidos. Nesta análise superficial, porém, tecnicamente viável, verifica-se que esses acessos complementares têm potencial para impactar a operação do LABGENE.

**Modelo do PA, artigo 5, itens b e c** – estes itens do artigo 5 trazem um caráter limitado à obrigatoriedade, uma vez que consideram a possibilidade do Estado membro não conseguir prover o acesso complementar solicitado, desta forma, existe a alternativa do Estado membro envidar todos os esforços para satisfazer a solicitação da AIEA, sem demora, por outros meios.

Neste caso, a avaliação da eventual existência de impacto tanto na construção quanto na operação está diretamente relacionada ao que será tratado entre a AIEA e o Brasil em relação ao que podem ser estes “outros meios” citados nestes itens. Nesse contexto, não há como afirmar se irá ou não produzir algum impacto.

**Modelo do PA, artigo 14** – o Brasil deverá permitir e proteger a livre comunicação entre os inspetores e a Agência por meio de canais de comunicação que a Agência considerar adequados.

a. Afeta a construção do LABGENE?

Não há fator que leve a crer que esta informação tem potencial de causar qualquer impacto sobre a construção do LABGENE.

b. Afeta a operação do LABGENE?

Considerando a vulnerabilidade ocasionada por uma transmissão de dados, principalmente relativos a imagens, independente da previsão de proteção de segredos industriais existente no bojo do PA, este item tem grande potencial de impactar a operação. Um dado tecnológico registrado por meio de fotografia, transmitido e divulgado para uma base onde existam técnicos especializados nos sistemas afetos, pode levar a conclusões com potencial de revelar ou indicar técnicas, materiais, equipamentos e diversas informações que podem ser utilizadas para a identificação de fornecedores, de empresas e até gerar argumentação para a criação de obstrução técnica no sentido de retardar ou paralisar a operação do LABGENE.

Cabe ressaltar que mesmo havendo procedimentos e obrigações estabelecidas para a preservação das informações de valor comercial, tecnológico e industrial no artigo 15, a divulgação indevida destas informações pode causar prejuízo incalculável, principalmente no ambiente comercial e industrial. A assinatura do protocolo nos moldes atuais do PA, imporia o convívio oficial do Estado brasileiro com esta possibilidade, é preciso avaliar se esta é uma situação razoável no contexto global do projeto.

**Modelo do PA, artigo 16** – define que os anexos I e II são partes integrantes do PA e que a Junta de Governadores pode fazer emendas a partir de recomendações de especialistas. Esse item torna o acordo aberto e com potencial para afetar a operação do LABGENE devido à incerteza que advém de uma eventual alteração do conteúdo dos anexos. Considera-se que esse item é comparável a uma carta branca de efeito desconhecido. Não parece razoável que sejam previamente autorizadas alterações de escopo em um documento já assinado. Pelo que foi exposto nos dois primeiros capítulos desta tese, o setor nuclear sofre com constantes alterações de cenário, o que torna a possibilidade proposta

neste artigo muito perigosa. Sendo assim, este artigo tem potencial para afetar a operação do LABGENE.

No PA não está prevista a exceção às salvaguardas para material nuclear utilizado em propulsão ou operação nuclear de qualquer veículo, neles incluído o próprio submarino de propulsão nuclear e protótipos, prevista no artigo 13 do Acordo Quadripartite. Sob a guarda desse artigo, o LABGENE estaria menos vulnerável a expor os segredos de projeto industriais e comerciais que permeiam toda a instalação. Tanto as informações ampliadas quanto as inspeções e acessos complementares, impostos pelo PA, não se aplicariam ao LABGENE caso existisse cláusula similar ao artigo 13 do Acordo Quadripartite. Por isso, a ausência dessa proteção é fator potencialmente elevado de impacto na operação do LABGENE, uma vez que não o resguarda dos itens acrescidos pelo PA, causando justamente o efeito contrário, ou seja, tornando-o mais vulnerável em relação a proteção de segredos intrínsecos a este projeto de grande importância nacional.

Em toda a análise, considerou-se que as informações prestadas pelo Brasil à AIEA, por meio de documentos enviados pela CNEN, por imagens captadas pelo circuito de vigilância e por inspeções realizadas no *site*, nas instalações e nos setores de pesquisa e desenvolvimento, serão utilizadas pelos inspetores da AIEA. No entanto, de acordo com Guimarães (2010), muitos dos inspetores, embora funcionários da AIEA, são oriundos de países desenvolvidos “naturalmente imbuídos da ‘justiça’ da existência de um oligopólio nuclear”, sempre prontos a colaborar com as autoridades dos países de que são nacionais. Mesmo que esta declaração não seja necessariamente verdadeira, principalmente por focar na nacionalidade dos inspetores, ela alerta para um risco de um eventual vazamento de informações por ação humana. Justifica-se assim, o receio de permitir que informações sensíveis sejam colhidas, ou ainda, que haja a ampliação do número de pessoas que as acesse. Por mais insignificantes que pareçam, algumas informações, sejam documentais,

sonoras ou visuais, podem ser peças de grande valor para especialistas identificarem pistas que levem a segredos industriais, comerciais ou tecnológicos desenvolvidos e operacionalizados no LABGENE. No momento em que segredos são descobertos, não há qualquer punição ou sanção que compense um eventual prejuízo oriundo de sua disseminação. Não há como medir o dano que pode ser causado à indústria nacional e ao interesse brasileiro gerado pela revelação de um segredo industrial. Não se pode arriscar. É justificável que o Brasil se imponha na salvaguarda de seus interesses, mesmo que isso signifique ir contra a pressão internacional.

Para facilitar a visualização dos resultados obtidos pela análise individual dos itens acrescidos ao Acordo de Salvaguardas pelo Protocolo Adicional, elaborou-se um quadro posicional apresentando a seguir:

TABELA 1

Resultado de análise de potencial de impacto sobre a construção e/ou operação do LABGENE

Item	Tem potencial para afetar a construção do LABGENE	Tem potencial para afetar a operação do LABGENE
Artigo 2a1	Não	Sim
Artigo 2a2	Não	Inconclusivo
Artigo 2a3	Não	Não
Artigo 2a4	Não	Sim
Artigo 2a5	Não	Não
Artigo 2a6	Não	Não
Artigo 2a7	Não	Não
Artigo 2a8	Não	Não
Artigo 2a9	Sim	Sim
Artigo 2a10	Não	Não
Artigo 2b1	Não	Sim
Artigo 2b2	Não	Sim
Artigo 2c	Sim	Sim
Artigo 5a	Sim	Sim
Artigo 5b	Inconclusivo	Inconclusivo
Artigo 5c	Inconclusivo	Inconclusivo
Artigo 14	Não	Sim
Artigo 16	Não	Sim
Ausência de exceção prevista no artigo 13 do Acordo Quadripartite.	Não	Sim

Conforme toda a análise apresentada, é possível afirmar que a hipótese de que a assinatura do PA tem potencial de afetar negativamente a construção e operação do LABGENE é válida. A partir dessa constatação, sugere-se ao Estado brasileiro adotar medidas adequadas que permitam proteger seus interesses em toda sua amplitude. Nesse contexto, a negociação política é fator primordial para a busca de soluções viáveis que atendam, da melhor maneira possível, as demandas internacionais e os anseios nacionais. Sugere-se que sejam propostas regras personalizadas para o Brasil, no âmbito do PA, que flexibilizem procedimentos, de forma a aumentar as garantias brasileiras de preservação de segredos vitais para os interesses nacionais, para sua BID e ao mesmo tempo, permitam que a comunidade internacional perceba, mais uma vez, a boa vontade do Estado brasileiro em cooperar com a política de não proliferação de armas nucleares.

## 5 CONCLUSÃO

A explosão de bombas nucleares na Segunda Guerra Mundial foi um marco que causou grande impacto na comunidade internacional. A capacidade de explodir artefatos nucleares passou a ser tratada com muita preocupação e atenção entre os Estados. A possibilidade da proliferação desta tecnologia nuclear ganhou posição de destaque nas discussões entre os países. Esse temor motivou a busca de instrumentos capazes de evitar a disseminação indiscriminada de artefatos nucleares.

Inicialmente os EUA lideraram as ações para tentar impor o controle das atividades ligadas à tecnologia nuclear e à gestão dos estoques de material nuclear, por meio do plano Baruch. A antiga URSS, maior oponente político dos EUA, discordou desse plano alegando que os EUA queriam manter seu arsenal nuclear enquanto os demais países passariam a gestão do seu material nuclear para uma autoridade internacional, o que claramente deixaria os EUA em posição privilegiada. Dada essa percepção, a URSS apresentava alternativas que não atendiam aos interesses estadunidenses. Esses movimentos indicavam a forte disputa suscitada por este tema.

A inexistência de um órgão que centralizasse as ações relativas à gestão da tecnologia nuclear, em meio ao crescente interesse pela matéria, principalmente no que tangia aos benefícios trazidos pelo seu domínio, propiciou a assinatura de vários acordos bilaterais entre os EUA e países que ansiavam pelo conhecimento nuclear. O mesmo ocorreu com a URSS em relação a seus aliados, assim que desenvolveu esta capacidade. Esses acordos eram favoráveis aos EUA e URSS por cativarem parceiros em meio à Guerra Fria, por permitirem o acompanhamento mais próximo do avanço tecnológico destes parceiros, de forma a manter o controle sobre uma eventual proliferação, e também, por absorverem os

ganhos tecnológicos produzidos pelos parceiros no exercício das atividades de pesquisa e desenvolvimento amparadas por estes acordos. Em última análise, constata-se que os Estados que detinham o poder gerado pelo domínio da tecnologia nuclear usufruíram dos benefícios desta condição.

Enquanto procuravam fomentar políticas para evitar a proliferação da capacidade de construção de artefatos nucleares entre os demais Estados, tanto os norte-americanos quanto os soviéticos aumentavam seus próprios arsenais nucleares, deixando claro a intenção de buscar e manter a hegemonia do poder nuclear.

Apesar da polarização entre os EUA e a URSS, a relevância do tema nuclear permitiu o consenso que favoreceu a criação da Agência Internacional de Energia Atômica. Seu objetivo era a aceleração e amplificação da utilização da energia atômica para a paz, saúde e prosperidade mundial, além de evitar seu emprego em propósitos militares. Ao longo do tempo, a AIEA ganhou peso político e reconhecimento mundial, lançando as bases para a criação do TNP, que foi firmado em três pilares: não proliferação, cooperação para fins pacíficos e desarmamento. Em que pese ser um acordo assinado por quase a totalidade dos Estados membros da ONU, muitos países apontavam a assimetria do TNP por, apesar de apresentar o desarmamento nuclear como um de seus pilares, na prática, sempre empregou a maior parte de sua energia na tentativa de manter os países nuclearmente desarmados nesta condição. Incontestavelmente, não há atuação significativa da AIEA sobre os Estados reconhecidos como nuclearmente armados.

Mesmo aplicando salvaguardas, verificou-se que alguns signatários do TNP levaram adiante, sem a detecção da AIEA, programas de construção de artefatos nucleares clandestinos, evidenciando falhas no sistema estabelecido. Tal constatação impôs a elaboração de novas regras para o fortalecimento da condição da AIEA de fiscalizar e detectar desvios. A forma encontrada para tentar solucionar as falhas observadas foi a

elaboração do Modelo do Protocolo Adicional, considerado o mais intrusivo dos acordos voltados para a não proliferação.

Ao assinar o Protocolo Adicional, o Estado não nuclearmente armado se obriga a prestar informações e permitir o acesso dos inspetores a todas as fases e locais de processamento do ciclo de combustível nuclear, incluindo todos os lugares onde o material nuclear esteja presente e também aos locais de condução das atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas ao ciclo de combustível nuclear. Os inspetores passarão a ter acesso a todos os edifícios em uma instalação nuclear. Os requisitos de visto para os inspetores deverão ser relaxados. Toda a fabricação e exportação de tecnologias nucleares serão informadas à AIEA.

No caso específico do Brasil, verifica-se que um longo caminho foi percorrido para atingir a atual posição em relação ao desenvolvimento nuclear. Cabe destacar a participação de figuras de grande relevância como a do Almirante Álvaro Alberto, que contribuiu para que várias decisões e ações fossem adotadas em busca do exitoso domínio da tecnologia e capacitação nuclear.

Na trajetória trilhada pelo Brasil para atingir seu objetivo em relação à questão nuclear, diversos problemas que suplantavam a questão tecnológica foram enfrentados, muitos deles produziam impactos que refletiam diretamente sobre a velocidade de avanço no alcance das metas estabelecidas. Pode-se citar o exemplo das parcerias internacionais, que muitas vezes não geravam os efeitos esperados, pois sofriam interferências de atores externos que intencionavam impor obstáculos à capacitação brasileira.

Nos acordos relativos ao tema nuclear celebrados com os EUA, o Brasil aceitava termos impositivos que impediam a transferência de tecnologia, mantendo o país dependente dos EUA. O Brasil estava completamente submetido à vontade estadunidense. Esse foi o caso do combustível para a primeira planta nuclear contratada junto a empresa

Westinghouse, onde os EUA alteraram unilateralmente a política de fornecimento, causando insegurança no seio do governo brasileiro. Mesmo quando o Brasil buscou outros parceiros internacionais, a interferência norte-americana voltada ao enfraquecimento do efeito prático das parcerias se fazia presente. A apreensão das centrífugas compradas da Alemanha e a disponibilização de uma tecnologia de enriquecimento de urânio ineficiente e industrialmente inviável são exemplos da atuação da comunidade internacional, fortemente influenciada pelos EUA, no sentido de impedir ou retardar a capacitação brasileira, sob o manto de diversos argumentos, que em última análise, serviam apenas como desculpas descontraídas para sustentar a obstrução.

Somente com o investimento em um programa paralelo, protegido da interferência estrangeira, motivado pela confiança fragilizada nos parceiros internacionais, o Brasil conquistou o domínio do ciclo do combustível nuclear. Mantido em sigilo, o programa criado e gerenciado pela MB, fortalecido pela participação de outros órgãos estatais e pela indústria nacional, em 1982, conseguiu executar exitosamente a operação de enriquecimento de urânio a um custo e prazo muitas vezes menor do que fora despendido com o projeto ineficaz e industrialmente inviável imposto pelo acordo com a Alemanha.

Para permitir a execução do projeto de enriquecimento de urânio, os técnicos brasileiros criaram uma ultracentrífuga, considerada pelos especialistas do setor, a mais eficiente entre as conhecidas até os dias de hoje. A ultracentrífuga brasileira não possui mancais, gira em torno de seu eixo por meio de levitação magnética. Até o momento, não se tem notícia de que existe outro país que conseguiu desenvolver algo semelhante. Esse é um exemplo de segredo tecnológico e industrial, desenvolvido pelo Brasil, que desperta a curiosidade e cobiça internacional devido à capacidade de enriquecer urânio com níveis muito baixos de consumo de energia. O menor consumo de energia tem relação direta com o custo do processo de enriquecimento, logo o valor de mercado do urânio enriquecido no

Brasil tem potencial de competir fortemente com valores praticados no mercado mundial, dominado pelos países nuclearmente armados.

Tais indícios demonstram o quão acertada foi a decisão de desenvolver o Programa Nuclear Paralelo evitando qualquer interferência da comunidade internacional.

Alcançado o primeiro objetivo do programa, a construção do LABGENE passou a ser o objetivo mais importante do Programa Nuclear da Marinha por ser o elemento fundamental para a validação do projeto da planta nuclear por meio da confirmação dos dados de funcionamento, que apesar de previstos em projeto, só podem ser confirmados de forma empírica. Esses dados levarão a MB ao ponto de confiança necessário para a execução do objeto precípuo do PROSUB, que é a construção e operação segura do primeiro submarino de propulsão nuclear a ser construído pelo Brasil.

Iniciado na década de 1980 e com previsão para início do comissionamento em torno de 2021, o escopo do projeto do LABGENE prevê a construção, o comissionamento, a operação e a manutenção de um reator tipo PWR, entre outras atividades que demandam pesquisa e desenvolvimento multidisciplinares, que possuem relação intrínseca com diversas áreas tecnológicas de grande conteúdo dual. Há uma intensa integração com as universidades, institutos e centros de tecnologia e pesquisa, civis e militares, proporcionando o desenvolvimento e absorção de tecnologia sensível, permitindo assim a concepção de projetos nacionais e o incremento do desenvolvimento do setor nuclear no país.

Por se tratar de uma instalação nuclear para a qual não há referência, a elaboração dos procedimentos operacionais está sendo desenvolvida especificamente para o perfil de utilização do LABGENE, sem parâmetros de comparação, o que aumenta a responsabilidade da equipe técnica envolvida, imprimindo um caráter sensível a esta atividade. Não há qualquer ajuda dos Estados que detêm conhecimento nessa área. Por isso, mais uma vez verifica-se a importância da pesquisa e desenvolvimento para alcançar a

confiabilidade indispensável à operação segura e eficaz da planta. Neste ponto, da mesma forma que no caso do enriquecimento de urânio, o desenvolvimento de métodos, procedimentos e equipamentos podem ser objeto da cobiça externa, reforçando a necessidade de proteção às atividades de pesquisa e desenvolvimento e às equipes que as conduzem.

O LABGENE engloba um complexo de prédios que possuem diversas funções, muitas delas estratégicas e sensíveis, característica que reforça a necessidade de cuidados específicos, principalmente no que se refere ao acesso às suas instalações, que é um fator de vulnerabilidade, uma vez que possibilita a aquisição de dados que venham a contribuir para desvendar segredos estratégicos ou industriais do projeto, os quais podem ser utilizados, por exemplo, para identificar componentes de fornecimento restrito, o que contribui para o aumento de eventuais fragilidades existentes no processo.

Durante a análise sobre a possibilidade de impacto do PA na construção e/ou operação do LABGENE, foram levantadas suposições no intuito de identificar pontos fracos sobre os quais as práticas estabelecidas pelo PA pudessem, de alguma forma, impactar negativamente.

Um dos pontos identificado como sensível à interferência negativa pelo PA foi relacionado à pesquisa e desenvolvimento. O PA estabelece que deverão ser fornecidas informações da localização e do conteúdo das atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas ao ciclo do combustível nuclear sem envolvimento do material nuclear. Essa informação é excessivamente abrangente. Expõe deliberadamente as equipes que trabalham nestes temas, pois identificam os centros de pesquisa em universidades e empresas. Por si só, esta informação aumenta a vulnerabilidade intrínseca do projeto. Como foi colocado durante a análise, o conhecimento das equipes, dos locais e dos conteúdos de pesquisa e desenvolvimento contribui para o aumento da probabilidade de ação externa de espionagem

para obtenção de dados ou mesmo para o assédio das equipes visando retardar ou interromper alguma atividade ligada ao projeto LABGENE.

Um outro ponto identificado com potencial de interferência negativa sob o LABGENE está relacionado com a necessidade da descrição da escala de operações de cada uma das instalações engajadas nas atividades especificadas no anexo I do PA. Conforme explicitado no corpo da análise, alguns fornecedores de materiais especiais não concordam com a divulgação de informações que levem à identificação de sua empresa como participante do projeto. A informação da escala de operações pode fornecer dados que contribuam para a identificação de eventuais fornecedores, fato que pode implicar em interrupção de fornecimento de item que compoñha a planta, colocando em risco a sua operação.

Um outro fator identificado é referente ao conteúdo dos anexos I e II, que conforme previsão do PA, está sujeito a alterações em qualquer tempo, definidas pelo Conselho de Governadores, criando incertezas em relação aos itens que podem ser incluídos nos anexos. Esse fato equivale a uma carta branca para solicitação de informações relativas aos materiais utilizados no LABGENE. A descrição desse item no PA não traz qualquer regra limitadora ou que apresente um critério objetivo. Esse fato aumenta a vulnerabilidade do projeto, o que pode interferir negativamente em sua operação.

No âmbito desta tese, foram listados e analisados dezenove itens que a implementação do PA traria como fortalecimento ao Acordo Quadripartite. Com base nas informações colhidas para a elaboração dos capítulos 2 e 3, foram obtidos dados que permitiram basear as análises que demonstraram dez itens que possuem potencial de afetar a operação do LABGENE e três que possuem potencial de afetar sua construção.

A partir do resultado da análise, verificou-se que a hipótese estabelecida foi validada, ou seja, o PA tem efetivo potencial para afetar negativamente a construção e/ou a

operação do LABGENE.

O Brasil é um Estado que se autoimpôs a utilização pacífica das atividades nucleares em sua Carta Magna. Além dessa postura interna, reafirmou sua posição de uso exclusivamente pacífico da energia nuclear aderindo a vários acordos internacionais, tais como o Tratado de Tlatelolco, o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis, o Grupo de Supridores Nucleares, o Tratado para a Proibição Completa de Testes Nucleares e o próprio TNP. Além disso, o Brasil é signatário do Acordo Quadripartite, que é um acordo de salvaguardas abrangentes englobando a AIEA, a Argentina e a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares, que é um instrumento de grande capacidade de monitoramento das atividades nucleares realizadas pelo Brasil. Todos os materiais nucleares em todas as atividades nucleares brasileiras estão sob as salvaguardas da AIEA.

Independente da postura brasileira, a comunidade internacional vê o Brasil (um país não nuclearmente armado) como um ator de grande potencial na área nuclear por possuir quantidade expressiva de reservas de urânio em seu território; dominar todas as fases do ciclo do combustível nuclear; possuir instalações nucleares para geração de energia; ter projeto próprio de um reator nuclear de potência para aplicação dual (propulsão naval, geração de energia, desenvolvimento de pesquisas, entre outros); demonstrar capacitação técnica para desenvolvimento de novas tecnologias; e ter grande potencial em relação ao comércio nuclear mundial.

Conforme foi verificado ao longo desta tese, o Protocolo Adicional não afeta os países nuclearmente armados. Esse fato permite afirmar que tais países aumentam sua vantagem militar e comercial sobre os não nuclearmente armados, pois o PA com sua característica intrusiva, impõe vulnerabilidades a estes Estados que não são aplicáveis àqueles.

Independente da motivação que leva a comunidade internacional a pressionar o Brasil para aderir ao Protocolo Adicional, a estratégia adotada pelo Estado brasileiro, descrita no Livro Branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2018), estabelece que o Brasil mantém a intenção de construir um submarino de propulsão nuclear. Para atingir o objetivo é necessário o desenvolvimento nacional desta capacidade, e o LABGENE é fator de grande relevância neste contexto.

Complementarmente, é importante salientar que o LABGENE é um projeto baseado na tríplice hélice, gerando ganhos na academia, indústria e governo. Esse fator eleva ainda mais o impacto positivo que o projeto produz para o Brasil.

Na medida que o PA tem potencial para afetar negativamente o LABGENE, sugere-se que o Estado brasileiro proponha alterações para adequar esse Protocolo aos interesses nacionais, de maneira que atenda os anseios da comunidade internacional sem colocar em risco a construção e operação do LABGENE e dos demais projetos na área nuclear que estão surgindo e que poderão surgir a partir do sucesso proporcionado pelo êxito na construção e operação tempestivas do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Guilherme Dionizio. São Paulo, 12 de agosto de 2019. **Entrevista concedida ao CMG (EN) Marcio Ximenes Virgínio da Silva.**

ANDRADE, Ana Maria Ribeiro. **Átomos na Política Internacional.** Revista CTS, Buenos Aires, v. 7, 2012.

BATISTA, Gabriela Ferro Firmino. **Política Externa Brasileira e o Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP): da resistência a adesão.** 2011, 134 f. Dissertação (mestrado em Relações Internacionais na área de Política Externa) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BEZERRA, Juliana. **Crise dos Mísseis,** 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/crise-dos-misseis>>. Acesso em 14 de abril de 2019.

BOURESTON, Jack. FELDMAN, Yana. **Integrated Nuclear Safeguards: development, implementation, future challenges.** Canadian Centre for Treaty Compliancy, Carleton, Number 4, Jan. 2007.

BRASIL. **Ata da Quadragésima Sessão do Conselho de Segurança Nacional,** 1967. Brasília, 04 de outubro de 1967. 58p. Disponível em: <<https://digitalarchive.wilsoncenter.org/document/116914>>. Acesso em: 28 de maio de 2019.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). **Questão Nuclear.** Disponível em: <<http://cnpq.br/questao-nuclear/>>. Acesso em 16 de junho de 2019.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil,** 1988. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. 292 p.

\_\_\_\_\_. Estado-Maior da Armada. **Portfólio Estratégico da Marinha.** EMA-418. Brasília, 2017.

\_\_\_\_\_. Livro Branco de Defesa Nacional. **Senado Federal,** Brasília, DF, 17 de dezembro de 2018. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/diarios/BuscaDiario?codDiario=20903&paginaDireta=259#diario>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. **O espaço da energia nuclear no Brasil.** Revista Estudos Avançados. 2012

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS. **Questão Nuclear.** Disponível em: <<http://cnpq.br/questao-nuclear/>>. Acesso em 16 de junho de 2019

FILHO, João Roberto Martins. **O Projeto do Submarino Nuclear Brasileiro. Contexto Internacional.** Volume 33, n. 2. 2011.

FISCHER, David. **History of the International Atomic Energy Agency: the first forty years.** Vienna: The Agency, 1997. Disponível em: <[http://www.pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1032\\_web.pdf](http://www.pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1032_web.pdf)>. Acesso em 08 de abril de 2019.

FRANÇA, Júnia Lessa. **Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas**. 8. ed. rev. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

GOLDSCHMIDT, Bertrand. **A forerunner of the NPT? The Soviet proposals of 1947. A retrospective look at attempts to control the spread of nuclear weapons**. IAEA Bulletin, 1986. Disponível em: < <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull28-1/28103595864.pdf>>. Acesso em 08 de abril de 2019.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos. **Regime Internacional de não Proliferação Nuclear: Salvaguardas Abrangentes e Protocolos Adicionais**. Revista Marítima Brasileira. Rio de Janeiro. 2010.

GUIMARÃES, Samuel Pinheiro. **A Energia Nuclear e a Soberania Nacional**. 2010. Disponível em: <<https://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Internacional/A-energia-nuclear-e-a-soberania-nacional/6/15520>>. Acesso em 07 de julho de 2019.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Statute**.1989 Disponível em: < <https://www.iaea.org/about/overview/statute>>. Acesso em 07 de maio de 2019.

\_\_\_\_\_. **INFCIRC/26 – The Agency’s Safeguards**. Disponível em: < <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1961/infcirc26.pdf>>. Acesso em 07 de maio de 2019.

\_\_\_\_\_. **INFCIRC/66 – The Agency’s Safeguards System**. Disponível em: < <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1965/infcirc66.pdf> >. Acesso em 07 de maio de 2019.

\_\_\_\_\_. **INFCIRC/140 - Treaty On The Non-Proliferation Of Nuclear Weapons**. Disponível em: <<https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/treaty-non-proliferation-nuclear-weapons>>. Acesso em 14 de maio de 2019.

\_\_\_\_\_. **INFCIRC/153 - The Structure And Content Of Agreements Between The Agency And States Required In Connection With The Treaty On The Non-Proliferation of Nuclear Weapons**. Disponível em: <<https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/structure-and-content-agreements-between-agency-and-states-required-connection-treaty-non-proliferation-nuclear-weapons>>. Acesso em 14 de maio de 2019.

\_\_\_\_\_. **INFCIRC/435 – Agreement of 13 december 1991 between the Republic of Argentina, the Federative Republic of Brazil, The Brazilian-Argentine Agency for Accounting and Control of Nuclear Materials and the International Atomic Energy Agency for the Application of safeguards**. Disponível em: < <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/agreement-13-december-1991-between-republic-argentina-federative-republic-brazil-brazilian-argentine-agency-accounting-and-control-nuclear-materials-and-international-atomic-energy-agency-application-safeguards>>. Acesso em 07 de julho de 2019.

\_\_\_\_\_. **INFCIRC/540 - Model Protocol Additional To The Agreement(s) Between State(s) And The International Atomic Energy Agency For The Application Of Safeguards**. Disponível em: <<https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/model-protocol-additional-agreements-between-states-and-international-atomic-energy-agency-application-safeguards>>. Acesso em 18 de maio de 2019.

JUNIOR, Bento Costa Lima Leite de Albuquerque. **A propulsão nuclear de submarino é uma tecnologia dominada por poucos**. Revista Brasil Nuclear. Rio de Janeiro, ano 25, n. 49, 2018.

JÚNIOR, Japy Montenegro Magalhães; MARQUES, Fernando Mário Rodrigues. **A Proliferação Nuclear**. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/7482/5954>>. Acesso em 21 de abril de 2019.

KASSENOVA, Togzhan. **Brazil's Nuclear Kaleidoscope: an envolving identity**. Carnegie Endowment for International Peace. Whashington.

KURAMOTO, Renato Yoichi Ribeiro; APPOLONI, Carlos Roberto. **Uma breve história da política nuclear brasileira**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.l.], v. 19, n. 3, p. 379392, jan. 2002. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6612>>. Acesso em: 26 de maio de 2019.

LAMAZIÈRE, George. **O Conceito de regime internacional e o regime de não-proliferação de armas de destruição em massa**. São Paulo, *Política Externa*, n. 4, v. 4, março 1996.

MARZO, Marcos. **Protocolo Adicional: lógica e impacto**. 2005. Disponível em: <<https://www.abacc.org.br/biblioteca>>. Acesso em 04 de julho de 2019.

MOURA, Carmen Lídia Richter Ribeiro. **O Brasil e o Fortalecimento do Sistema de Salvaguardas da Agência Internacional de Energia Atômica: do Acordo Quadripartite ao Protocolo Adicional**. XLII Curso de Altos Estudos. Instituto Rio Branco. Ministério das Relações Exteriores. 2001.

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS. **Arquivo Alexandre Girotto: inventário sumário**. 2002, Rio de Janeiro. 52p.

OLIVEIRA, Ivan Carlos de. **Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo: 32 anos de história**. CTMSP, 2018. 113p.

OLIVEIRA, Leonardo Soares. **10 Anos da Adesão do Brasil ao Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP) – A Renúncia à Opção Pela Fabricação do Armamento Atômico**. Revista DIALOGUS, Ribeirão Preto, v.4, n.1, 2008.

PATTI, Carlo. **O Programa Nuclear Brasileiro: Uma História Oral**. 1. Ed. Edição Digital. Editora Fundação Getúlio Vargas. ISBN 978-85-60213-12-2. 270 p., 2014.

\_\_\_\_\_. **Origins and Evolution of the Brazilian Nuclear Program (1947-2011)**. 2012. Disponível em: <<https://www.wilsoncenter.org/publication/origins-and-evolution-the-brazilian-nuclear-program-1947-2011>>. Acesso em 24 de maio de 2019.

SARAIVA, Geraldo José de Pontes. **Cadernos de Estudos Estratégicos**. Centro de Estudos Estratégicos da Escola Superior de Guerra (Brasil) - N. 07- Rio de Janeiro, 2007.

SIMS, Gordon H.E.A. **History of the Atomic Energy Control Board**. Ottawa, 1980. Canadian Government Publishing Centre.

SOUZA, Thais Mello. **Os caminhos da não proliferação: avanços e desafios no regime de salvaguardas nucleares**. 180 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais. Belo Horizonte, 2017.

TRUMAN, H. S.; ATTLEE, C. R.; KING W. L. M. **Declaration on Atomic Bomb By President Truman and Prime Ministers Attlee and King**. Disponível em: <<http://>

[www.nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-energy/history/dec-truma-atlee-king\\_1945-11-15.htm](http://www.nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-energy/history/dec-truma-atlee-king_1945-11-15.htm)>. Acesso em 07 de maio de 2019.

XAVIER, Roberto Salles. **Accountability e Regime de não Proliferação Nuclear: Uma Avaliação do Modelo de Vigilância Mútua Brasileiro-Argentina de Salvaguardas Nucleares**. 2014, 199 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2014.

## APÊNDICE A — Roteiro de Entrevista

Entrevista realizada com o CA (EN) Guilherme Dionizio Alves, Diretor de Desenvolvimento Nuclear da Marinha (DDNM).



Figura 1- Conjunto de prédios que compõem o LABGENE – Fonte <http://www.ibracon.org.br/eventos/56cbc/Parte1.pdf>. Acesso em 16 de junho de 2019.

Perguntas:

1- Considerando a FIG. 1, disponível na internet, o senhor poderia citar quais são os subempreendimentos que compõem o LABGENE?

RESPOSTA:

- a) Protótipo em Terra (PROTER);
- b) Prédio do Reator (PR) e Anexo ao Prédio do Reator (APR);
- c) Prédio das Turbinas (PT) e Anexo ao Prédio das Turbinas (APT);
- d) Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC);

- e) Prédio Auxiliar Controlado (PAC) e Chaminé de Exaustão (CE);
- f) Prédio do Combustível (PC);
- g) Prédio da Cabine Primária (SUB 1);
- h) Prédio de Emergência (SUB 2);
- i) Infraestrutura de Apoio (IEA);
- j) Unidade de Resfriamento do PROTER (UR);
- k) Prédio de Preparação e Testes de Embalagens (PPTE);
- l) Prédio de Armazenamento Intermediário de Rejeitos (PAIR).

2- O senhor poderia tecer maiores detalhes sobre o que é o PROTER?

RESPOSTA:

O PROTER é uma estrutura metálica cilíndrica com as dimensões similares a do futuro submarino de propulsão nuclear, foi projetado para simular o espaço e o arranjo de uma planta nuclear PWR típica a ser instalada no submarino brasileiro. É formado por 3 blocos denominados 40, 30 e 20. O Bloco 40 será instalado no Prédio do Reator e os Blocos 20 e 30, no Prédio da Turbina. Os blocos serão instalados sobre berços ou selas de sustentação.

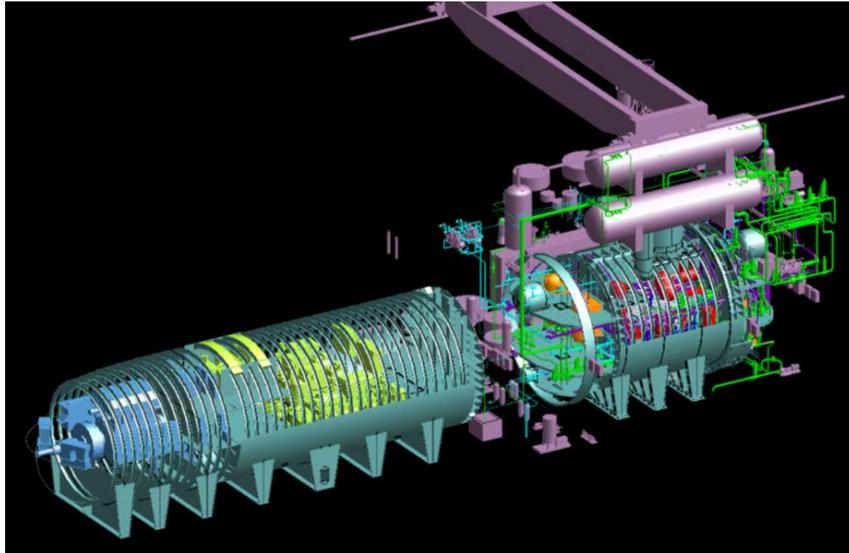


Figura 2- Blocos 20, 30 e 40 (LABGENE). Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/11/19/primeira-operacao-da-sala-de-controle-do-labgene/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

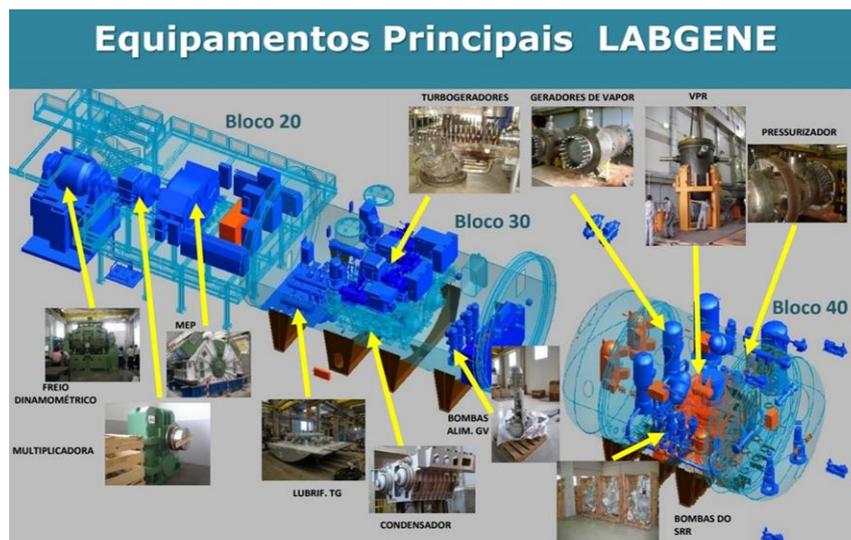


Figura 3 - Equipamentos Principais do LABGENE. Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/11/19/primeira-operacao-da-sala-de-controle-do-labgene/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

- 3- Com base nas figuras 2 e 3 (disponíveis na internet) é possível verificar que o bloco 40 é o mais importante por abrigar o reator, é possível detalhar um pouco mais a sua composição?

**RESPOSTA:**

O Bloco 40 é uma estrutura suportada por berços ou selas de sustentação, estanque e resistente à pressão nas condições dos acidentes postulados e em condições pós-acidente, que fica submersa na água da Piscina de Blindagem Externa, a qual é construída em concreto dentro do PR. O Reator e o Circuito Primário composto pelos geradores de vapor, pressurizador e bomba de circulação, são montados dentro do Bloco 40. Possui os subcompartimentos denominados Bloco 40V e Bloco 40R (respectivamente localizados à vante e à ré do Bloco 40), que servem de expansão para redução da pressão da contenção e abrigam alguns dos sistemas auxiliares e de segurança do circuito primário, incluindo as escotilhas de acesso de pessoal e de instalação e remoção de equipamentos. Conforme é comum a este tipo de instalação, serão instaladas penetrações das tubulações de processo, de cabos elétricos, de instrumentação e de dutos de ventilação. Também compõem este compartimento as válvulas de isolamento e “Dampers”.

No Bloco 40V estarão instalados trocadores de calor do Sistema de Resfriamento de Emergência (SRE), bombas de circulação do refrigerante do SRE, entre outros equipamentos. No Bloco 40R ficarão abrigados os dois acumuladores do SRE.

4- E quais são as funções dos blocos 30 e 20?

**RESPOSTA**

Os Blocos 30 e 20 são estruturas contínuas, instalados no Prédio das Turbinas. O Bloco 30 constitui o compartimento dos turbo geradores, onde estão instalados os componentes do sistema de conversão de energia, também denominado sistema secundário. Os seus componentes principais são as turbinas dos grupos turbo geradores, os condensadores principais, as bombas de extração de condensado, as bombas de água de

alimentação e os geradores elétricos auxiliares. O Bloco 20 constitui o compartimento do Motor Elétrico de Propulsão (MEP), onde estão instalados os componentes do sistema de acionamento elétrico do eixo propulsor (propulsão elétrica). Seus componentes principais são: o MEP, os geradores elétricos principais e o dispositivo de frenagem. O eixo propulsor está acoplado a um freio dinamométrico que simula o carregamento do hélice de propulsão da embarcação, absorvendo a maior parte da potência produzida pelo Reator. Este freio localiza-se fora do Bloco 20, fixado diretamente em uma base sobre o piso do PT.

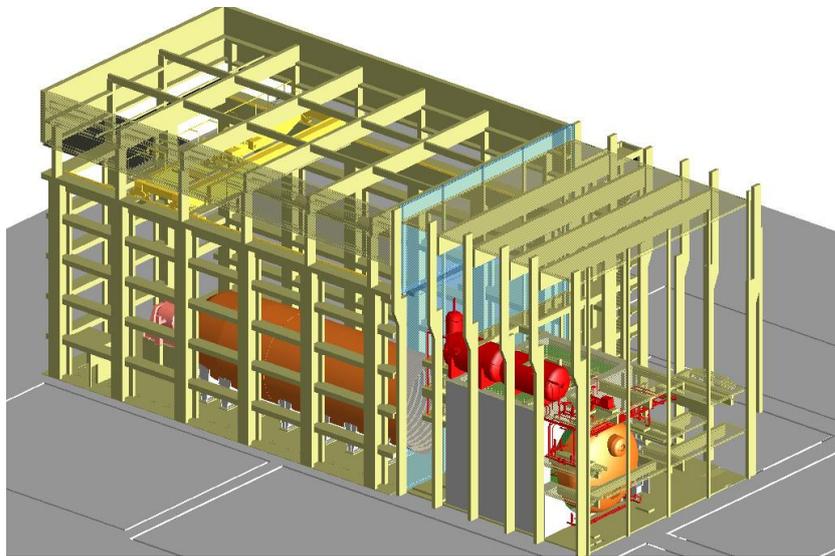


Figura 4 - Visão da posição dos Blocos no interior do PR e do PT. Fonte: [https://ecen.com/eee53/eee53p/reator\\_labegene.htm](https://ecen.com/eee53/eee53p/reator_labegene.htm). Acesso em 16 de junho de 2019.

5- Verificando a figura 4 (disponível na internet), é possível perceber que o PR é estreito e complexo, qual a sua função? Como serão feitas as manobras de abastecimento e troca de combustível?

**RESPOSTA:**

O Bloco 40 e seus subcompartimentos, Blocos 40V e 40R, desempenham a função de contenção. Esses blocos são montados dentro da Piscina de Blindagem Externa (PBE) que por sua vez será construída no interior do PR, prédio que desempenha a função

de confinamento secundário. O PR abriga também uma oficina mecânica e dispositivos de manutenção do reator e do circuito primário, especialmente aqueles empregados nas trocas de combustível.

Para efetuar a manutenção e a troca de combustível, foram projetados alguns dispositivos, tais como a Máquina de Troca de Combustível (MTC) e Blindagem Rotativa (BR), a Máquina de Transferência de Combustível Novo (MCN), os dispositivos de içamento das estruturas internas do Vaso de Pressão do Reator e os Dispositivos do MAB.

Cabe destacar que por se tratar de uma instalação nuclear, o PR deve atender às adequadas prescrições de segurança sísmicas e de onda de pressão, além de garantir a limitação de liberação de material radioativo (radionuclídeos) para o meio ambiente, entre outros requisitos que são imperativos para o licenciamento.

6- É possível fazer uma descrição sucinta dos demais prédios que compõem o LABGENE?

RESPOSTA:

Anexo a este prédio está o APR, destinado para a instalação de uma oficina de mecânica, salas de ventilação e ar condicionado (VAC), as salas de elétrica, as salas de instrumentação e controle e a área dos resfriadores evaporativos.

Conforme já comentado, os Blocos 20 e 30 do PROTER ficarão no interior do PT. Neste prédio, também estarão instalados o freio dinamométrico juntamente com sua sala de controle e uma ponte rolante de apoio. Anexo ao PT, o APT é o local reservado para a instalação da sala de baterias além de outros espaços para apoio geral.

A sala de comando do LABGENE, juntamente com a sala de suporte técnico, a sala de proteção radiológica, a sala de comando dos painéis elétricos, do sistema de água

gelada, do sistema de ar comprimido, do sistema de água desmineralizada e do sistema de ventilação e ar condicionado ficarão instalados no Prédio de Auxiliar Não Controlado.

Nas instalações do LABGENE foi previsto um local para alojar, de forma adequada e segura, os sistemas de processamento de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos, agregado a um sistema de ventilação e ar condicionado bem como um sistema de vapor auxiliar, que é o Prédio Auxiliar Controlado.

O Prédio do Combustível, que possui requisitos nucleares, é impermeabilizado externa e internamente. Nele está instalada a Piscina de Estocagem de Combustível (PEC), que é dividida em três compartimentos, Piscina de Estocagem de Combustível Irradiado (PECI), Piscina de Estocagem de Combustível Defeituoso (PECD) e Piscina de Recebimento.

No Prédio da Cabine Primária, está localizado o sistema de distribuição de energia elétrica para os demais prédios do LABGENE. Neste prédio serão instalados grupos diesel geradores, uma sala de baterias, dois transformadores a óleo, uma sala para os equipamentos de baixa tensão e duas salas para os equipamentos de média tensão.

Os diesel geradores de emergência são instalados em um prédio específico, designado Prédio de Emergência.

Para completar a descrição da estrutura física em que o LABGENE está construído, faz-se necessário citar o Prédio de Preparação e Testes de Embalagens, onde são preparados os tambores para embalagens dos rejeitos sólidos e o Prédio de Armazenamento Intermediário de Rejeitos, onde serão armazenados os rejeitos sólidos, abrigando a área de vistoria radiológica, reembalamento e descontaminação, valas para tambores de 400 litros, tambores de compactação e tambores de testes.