

MARCIO GONÇALVES MARTINS ASSUMPÇÃO TAVEIRA
LUCIANO MORAES DE OLIVEIRA
FABIANO PETRUCELI COELHO LIMA

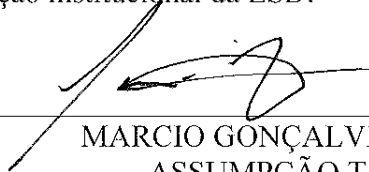
**O SISTEMA DE PROTEÇÃO AO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO E AS
MISSÕES DA AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA PARA
REVISÃO DA ESTRUTURA DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NUCLEARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Superior de Defesa, como exigência
parcial para obtenção do título de Especialista
em Altos Estudos em Defesa.

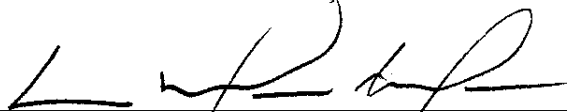
Orientadora: Prof.^a Mariana Oliveira do
Nascimento Plum

Brasília
2021

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado propriedade da ESCOLA SUPERIOR DE DEFESA (ESD). É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que sem propósitos comerciais e que seja feita a referência bibliográfica completa. Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade dos autores e não expressam qualquer orientação institucional da ESD.



MARCIO GONÇALVES MARTINS
ASSUMPTÃO TAVEIRA



LUCIANO MORAES DE OLIVEIRA



FABIANO PETRUCELI COELHO LIMA

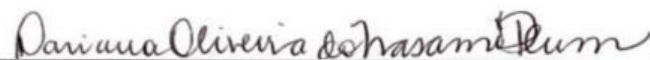
MARCIO GONÇALVES MARTINS ASSUMPCÃO TAVEIRA
LUCIANO MORAES DE OLIVEIRA
FABIANO PETRUCELI COELHO LIMA

**O SISTEMA DE PROTEÇÃO AO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO E AS
MISSÕES DA AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA PARA
REVISÃO DA ESTRUTURA DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NUCLEARES**

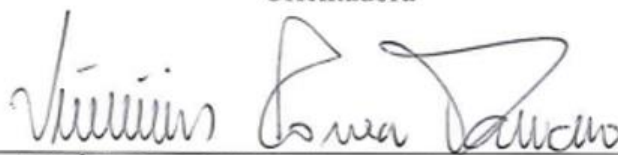
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Superior de Defesa,
como exigência parcial para obtenção do
título de Especialista em Altos Estudos
em Defesa.

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO:**

Brasília, DF, 19 de OUTUBRO de 2021



MARIANA OLIVEIRA DO N. PLUM - Profa. MSc.
Orientadora



VINÍCIUS CORREA DAMASCO - Cel EB (DCT)
Membro 1



JOÃO FRANSWILLIAM BARBOSA - CMG (ESD)
Membro 2

O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro e as missões da Agência Internacional de Energia Atômica para revisão da estrutura de resposta a Emergências Nucleares

Marcio Gonçalves Martins Assumpção Taveira^{1a}

Luciano Moraes de Oliveira^{2a}

Fabiano Petruceli Coelho Lima^{3a}

RESUMO

A Estratégia Nacional de Defesa aponta o setor nuclear brasileiro como um dos três setores estratégicos para a Defesa Nacional. Neste contexto, esse trabalho tem o objetivo de identificar os possíveis impactos, diretos e indiretos, ao País advindos da preparação e submissão da atual estrutura de resposta a emergências nucleares do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (Sipron) a missões da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). O foco será dado à *Emergency Preparedness Review* (EPREV), sendo avaliado o conceito dessa missão, seus objetivos e os benefícios adquiridos pelos Estados Membros que submeteram suas estruturas de preparo e resposta a emergências nucleares a esta missão específica. Foi conduzida uma revisão da literatura correlata, fundamentada por uma extensa pesquisa bibliográfica e documental, e discutidas as lacunas e potenciais contribuições ao Sipron e ao desenvolvimento do Setor Nuclear Brasileiro. O resultado trará a análise das possíveis contribuições do recebimento desta missão no fortalecimento das atuais capacidades de EPR brasileiras, focando no desenvolvimento dos setores nuclear nacional, de segurança e de defesa do país. Concluindo, os ganhos para o Programa Nuclear Brasileiro, advindos da preparação e submissão da atual estrutura do Sipron à EPREV, proporcionarão mais um selo de qualidade ao programa, com o consequente crescimento da segurança e proteção nucleares, transbordando, por conseguinte, ao Programa Nuclear da Marinha, que se caracteriza, atualmente, como uma das linhas de frente no esforço do país para o fortalecimento e promoção da segurança e defesa nacionais.

Palavras-chave: Setor Nuclear Brasileiro. Programa Nuclear Brasileiro. Emergências Nucleares. Sipron. EPREV.

The Brazilian Nuclear Program Protection System and the review missions of the International Atomic Energy Agency on national nuclear emergency response structure

ABSTRACT

The National Defense Strategy points the Brazilian nuclear sector as one of the three strategic sectors for National Defense. In this context, this work aims to identify the possible impacts, direct and indirect, to the country arising from the preparation and submission of the current nuclear emergency and preparedness response structure of the Brazilian Nuclear Program Protection System (Sipron) to missions of the International Atomic Energy Agency (IAEA). This research will focus on the Emergency Preparedness Review (EPREV), evaluating the concept of this mission, its objectives and the benefits acquired by Member States that have

¹ Capitão de Mar e Guerra. Assessor Militar no Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República.

² Capitão de Mar e Guerra. Assessor Militar no Estado Maior da Armada no Comando da Marinha.

³ Mestre em Engenharia Nuclear. Assessor Técnico no Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República.

^a Trabalho de Conclusão do Curso de Altos Estudos em Defesa (CAED) da Escola Superior de Defesa (ESD), 2021.

submitted their nuclear emergency preparedness and response structures to this specific mission. A review of the related literature was conducted, supported by extensive bibliographical and documentary research, and the gaps and potential contributions to Sipron and to the development of the Brazilian Nuclear Sector were discussed. The result will bring an analysis of the possible contributions of receiving this mission in strengthening the current Brazilian EPR capabilities, focusing on the development of the country's national nuclear, security and defense sectors. In conclusion, the gains for the Brazilian Nuclear Program, arising from the preparation and submission of the current structure of Sipron to EPREV, will provide another seal of quality to the program, with the consequent growth of nuclear safety and protection, thus spilling over to the Nuclear Program of the Navy, which is currently characterized as one of the front lines in the country's effort to strengthen and promote national security and defense.

Keywords: Brazilian Nuclear Sector. Brazilian Nuclear Program. Nuclear Emergencies. Sipron. EPREV.

1 INTRODUÇÃO

A Estratégia Nacional de Defesa (END) aponta o setor nuclear como um dos três setores essenciais para a Defesa Nacional. Com características muito próprias, o setor nuclear possui alta capilaridade e transversalidade abrangendo, tanto no campo civil e militar, atividades com transbordamentos em diversos setores do País, envolvendo os conceitos dos campos do desenvolvimento, da segurança e da defesa (BRASIL, 2012). A multiplicidade de atividades do setor nuclear brasileiro, com diversas instalações nucleares em todo o território nacional, como mostra a Figura 1, demonstra o seu caráter estratégico e a sua importância para a área de segurança e defesa nacional.

Figura 1 – Principais Instalações Nucleares Brasileiras



Fonte: Elaboração própria com base em Kassenova et al (2014) e Kassenova et al (2021)

O desenvolvimento estratégico do setor nuclear brasileiro de forma ampla e com crescente aceitação internacional, além de promover variados ganhos para diversos setores nacionais, proverá ao país novas capacidades necessárias e atualmente demandadas por importantes projetos do setor, tanto no âmbito civil, como no militar. Citamos, por exemplo: o Reator Multipropósito brasileiro, que permitirá a produção de radioisótopos e radiofármacos utilizados na medicina nuclear, atendendo toda a demanda nacional (KASSENOVA et. al., 2014), e o reator nuclear que será utilizado no primeiro submarino convencional de propulsão nuclear, atendendo o disposto na END com relação à Força Naval brasileira. O desenvolvimento desses projetos reveste-se de tamanha importância estratégica, sendo dependente de um setor nuclear capacitado em todas as suas vertentes.

O Brasil, por ser o primeiro Estado Não Nuclearmente Armado a desenvolver um programa de submarino com propulsão nuclear⁴, terá de estruturar seu setor nuclear de forma a garantir salvaguardas e capacidades de resposta diversas, demonstrando à comunidade internacional que, atualmente, o país dispõe da maturidade necessária para o contínuo desenvolvimento deste propósito, aliada à manutenção do caráter pacífico na condução das atividades. Este fato impõe um desafio no delineamento de salvaguardas específicas para o nosso caso, considerando que o Brasil deve atestar a finalidade pacífica do uso desse meio naval para a comunidade internacional, por meio da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), mas sem cercear o uso do submarino dentro das exigências que preservem sua localização⁵ ou impeçam a circulação pelo tempo e forma que acharmos necessário (BOHLKE, 2019).

O Brasil é membro da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) desde a sua criação, em 1957. Inicialmente essa Agência foi criada por meio da iniciativa “Átomos para a Paz” para promover o uso pacífico da energia atômica ao mesmo tempo que procurava impedir o desenvolvimento ou aquisição de capacidades nucleares militares. Mais adiante, após a adoção do Tratado de Não Proliferação em 1968, a AIEA adquiriu também a missão de garantir a não proliferação de armas nucleares (TANNENWALD, 2013). Nesse escopo, cabe destacar

⁴ Em 15 de setembro de 2021, os Estados Unidos, Austrália e Grã-Bretanha anunciaram o pacto de AUKUS para ajudar a Austrália a construir submarinos nucleares, uma capacidade militar tão potente que os Estados Unidos nunca compartilharam com nenhum aliado além da Grã-Bretanha. De toda forma, a previsão de entrega do Submarino Convencional de Propulsão Nuclear brasileiro (SN-BR) é prevista para início da década de 2030, antes ainda que a Austrália consiga desenvolver seus próprios submarinos. The Economist - Brazil might get nuclear-powered submarines even before Australia. Disponível em: <https://amp.economist.com/the-americas/brazil-might-get-nuclear-powered-submarines-even-before-australia/21805075>. Acesso em: 30 set. de 2021.

⁵ O acesso a localização dos submarinos nucleares por autoridades internacionais minaria a sua razão de ser, uma vez que se baseiam na sua ocultação e alto grau de discrição para atuação em campo, mesmo tendo em conta o caráter confidencial da informação e o compromisso de sigilo dos inspetores (BOHLKE, 2019).

que o Brasil faz parte de um amplo e robusto regime de não proliferação nuclear promovido pela AIEA, e é signatário de diversos acordos e tratados internacionais sobre não proliferação e desarmamento⁶. Essas iniciativas garantem transparência à comunidade nuclear internacional que toda atividade deste setor nacional é conduzida unicamente para fins pacíficos.

Do mesmo modo, a capacidade de garantir a segurança nuclear e a proteção ao programa nuclear é acompanhada de perto pela AIEA e seus Estados Membros, haja vista os acidentes nucleares que resultaram em impactos ambientais globais, como Chernobyl⁷ e Fukushima⁸.

O desenvolvimento de uma estrutura de resposta a emergências nucleares, condizente com o patamar que será alcançado pelo programa nuclear do País, notadamente com o desenvolvimento do submarino de propulsão nuclear, reflete na aceitabilidade, confiabilidade e apoio da comunidade internacional.

Sendo assim, é fundamental que a estrutura do Programa Nuclear Brasileiro (PNB), tanto em questões regulatórias e de salvaguardas como em questões afetas às estruturas de segurança nuclear e da resposta a emergências nucleares, se aprimore ao nível do estado da arte aliado às boas práticas executadas internacionalmente.

Nesse contexto, destaca-se o importante papel do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (Sipron), criado com o objetivo de assegurar o planejamento integrado e coordenar a ação conjunta e a execução continuada de providências que visem a atender às necessidades de segurança e proteção do PNB e de seu pessoal, bem como da população e do meio ambiente com ele relacionados (BRASIL, 2012).

⁶ Dentre esses acordos e tratados, destacam-se o Tratado de Tlateloco (1967), que instituiu a Zona Livre de Armas Nucleares na América Latina, o Acordo Quadripartite (1991), assinado entre o Brasil, a Argentina, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC), o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (1998) e o Tratado de Proibição de Armas Nucleares (2017), do qual o Brasil foi um dos principais articuladores.

⁷ **O Acidente Nuclear de Chernobyl.** Em abril de 1986, durante a realização de testes de capacidade no reator da usina nuclear de Chernobyl, no Norte da Ucrânia, os operadores infringiram protocolos de segurança e o reator ficou sobrecarregado, acarretando explosão e desencadeando o pior acidente nuclear da história até o momento. Toneladas de urânio foram emitidas na atmosfera e a União Soviética acabou evacuando 335 mil pessoas, definindo uma “zona de exclusão” com um raio aproximado de 30 km do reator. National Geographic - Desastre de Chernobyl: o que aconteceu e os impactos a longo prazo. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/06/o-que-aconteceu-desastre-chernobyl-uniao-sovietica-ucrania-energia-nuclear>. Acesso em: 10 jun. de 2021.

⁸ **O Acidente Nuclear de Fukushima.** Em março de 2011 a costa oeste do Japão sofreu um terremoto de 8,9 graus de magnitude, acarretando na formação de um tsunami que inundou a Central Nuclear de Fukushima. Após o tsunami, houve inundação dos geradores diesel de emergência e o combustível em três dos seis reatores da instalação nuclear superaqueceu, causando derretimento de seu núcleo. Como resultado, houve várias explosões, causadas pelo acúmulo de hidrogênio. A usina começou a liberar quantidades significativas de material radioativo tornando-se o maior desastre nuclear desde o acidente nuclear de Chernobyl, e o segundo a chegar ao nível 7 na Escala Internacional de Acidentes Nucleares. DW Brasil. As marcas do desastre de Fukushima, dez anos depois. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/as-marcas-do-desastre-de-fukushima-dez-anos-depois>. Acesso em: 10 jun. de 2021.

Para cumprir esse objetivo, a capacidade de resposta presente dentro deste Sistema deve estar corretamente estruturada e em prontidão, a fim de ser capaz de, não somente, responder e mitigar qualquer ocorrência que afete a operação segura do PNB, como também cumprir as exigências internacionais para as ações decorrentes e apoio mútuo, conferindo assim uma confiabilidade global necessária para o desenvolvimento deste estratégico setor do país.

A comunidade internacional vem aperfeiçoando seu regime de segurança e emergência nuclear periodicamente, com base em estruturas e guias desenvolvidos internacionalmente, com destaque para as publicações com os padrões de segurança emitidos pela AIEA. Esses documentos fornecem os princípios, requisitos e recomendações fundamentais para garantir a segurança nuclear e servem como uma referência global para a proteção das pessoas e do meio ambiente, contribuindo para um alto nível de segurança harmonizado em todo o mundo (IAEA, 2015).

Como forma de prover assistência aos Estados Membros da AIEA para a aderência de sua estrutura, sistema e organização às diretrizes estabelecidas pelas publicações, a Agência disponibiliza aos países programas e ferramentas para identificação de aspectos específicos, onde as estruturas e sistemas de resposta podem ser aprimorados com base em orientações difundidas internacionalmente. Dentre esses programas, destacam-se as missões de revisão e serviços de consultoria (*review missions and advisory services*). No campo das emergências nucleares, recebe especial atenção, no âmbito das atividades da AIEA, as missões para avaliação das capacidades de preparo e resposta a emergências radiológicas e nucleares (do inglês *Emergency Preparedness Review – EPREV*).

Dentre as diversas missões ofertadas pela Agência Internacional, o EPREV aparece como ferramenta poderosa de fortalecimento e aceitação internacionais, uma vez que tem como objetivo revisar os protocolos e capacidades de qualquer Estado Anfitrião em responder emergências nucleares, independentemente de sua origem, seguindo os padrões de segurança da AIEA.

Isso posto, torna-se relevante e necessário avaliar os ganhos para o desenvolvimento do programa nuclear brasileiro, a partir do recebimento dos “selos de qualidade” impressos pela AIEA por meio da realização de missões de revisão aos Estados Membros e, especialmente, analisar as consequências advindas do aprimoramento das capacidades de segurança nuclear.

Nesse contexto, esse trabalho pretende identificar os possíveis impactos, diretos e indiretos, ao País advindos da preparação e submissão da atual estrutura de resposta a emergências nucleares do Siproon à missão da AIEA. Os objetivos específicos deste trabalho recaem na caracterização do nosso atual sistema de resposta a emergências nucleares e

radiológicas, na identificação e ratificação da importância da implementação de melhorias, com base em revisões internacionais, na estrutura do Sipron, uma vez que este também envolverá a estrutura de resposta a emergências do Submarino Convencional de Propulsão Nuclear brasileiro (SN-BR), em construção. Além disso, objetiva-se com esse trabalho também apresentar o conceito de uma missão EPREV, direcionada aos Estados Membros da AIEA, seus objetivos e os impactos diretos dentro do setor nuclear, analisar benefícios adquiridos pelos Estados Membros que submeteram suas estruturas de EPR a missões da AIEA, para, por fim, conduzir análise das possíveis contribuições do recebimento dessas missões no fortalecimento das atuais capacidades brasileiras de resposta a emergências nucleares, impactando direta e indiretamente no desenvolvimento dos setores nuclear e de defesa do país.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada revisão bibliográfica e levantamento de informações documentais e dados governamentais, sendo discutidas as lacunas e potenciais contribuições ao Sipron, abordando os consequentes impactos na segurança e defesa nacionais e no desenvolvimento do setor nuclear do país, levando-se em consideração a situação específica do Brasil, em termos de suas práticas particulares e sua estrutura legal. A revisão proposta foi baseada, dentre outras fontes, nas publicações internacionais relevantes da AIEA, e nos relatórios das missões realizadas nos países que receberam missões EPREV, principalmente os casos do Canadá e Eslovênia, escolhidos em razão de terem recebido essas missões recentemente, e, principalmente, em razão da similaridade de seus programas nucleares com o Programa Nuclear Brasileiro (PNB).

2 O SISTEMA DE PROTEÇÃO AO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO E A ESTRUTURA DE RESPOSTAS A EMERGÊNCIAS NUCLEARES NO BRASIL

Com vistas a garantir a segurança nuclear, como parte integrante da segurança e defesa nacional, a capacidade de resposta estabelecida pelo Sipron deve estar corretamente estruturada e em prontidão, a fim de ser capaz de não somente mitigar qualquer ocorrência dessa natureza, como também conferir ao País uma imagem internacional de confiabilidade na capacidade e estrutura de resposta, em atendimento à Convenção sobre Pronta Notificação de Acidente Nuclear (BRASIL, 1991a) e à Convenção sobre Assistência no Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica da AIEA (BRASIL, 1991b).

As capacidades de resposta a eventos de emergência nuclear e radiológica se revestem de vital importância, uma vez que impactam as áreas de ciência, tecnologia, segurança e defesa do país e garantem o resguardo da sociedade e a proteção da soberania nacional.

2.1 O HISTÓRICO DE CRIAÇÃO E A LEGISLAÇÃO DO SIPRON

Em março de 1979, o reator da Unidade 2 de *Three Mile Island*, perto de Middletown, Pensilvânia, derreteu parcialmente. Este foi o acidente mais sério na história operacional de uma usina nuclear comercial dos EUA, embora suas pequenas liberações radioativas não tivessem efeitos detectáveis na saúde dos trabalhadores da usina ou do público. Suas consequências trouxeram mudanças radicais envolvendo planejamento de resposta a emergências, treinamento de operadores de reatores, engenharia de fatores humanos, proteção contra radiação e muitas outras áreas de operações de usinas nucleares. Isso também fez com que a Comissão Nacional de Regulação Nuclear dos EUA (*Nuclear Regulatory Commission – NRC*) intensificasse sua supervisão regulatória.

Em decorrência do acidente em *Three Mile Island*, foram aprimorados os sistemas de segurança das usinas nucleares em todo o mundo, foram revistos os procedimentos corretivos e desenvolvidos programas de treinamento para operadores. A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), por sua vez, passou a verificar, com maior rigor, o cumprimento da sua orientação quanto ao planejamento e preparação para situações de emergência em todos os países-membros.

Em resposta à preocupação mundial concernente à segurança das instalações nucleares, foi instituído no Brasil o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (Sipron), tendo como primeiro marco-legal o Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980. Na conjuntura interna, a usina nuclear de Angra I e a Fábrica de Combustível Nuclear (FCN) estavam na iminência de entrar em operação. Com o decorrer dos anos outros incidentes nucleares ocorreram ao redor do mundo, os quais demandaram aprimoramentos globais no âmbito da segurança nuclear, assim como no Brasil, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Incidentes Nucleares e Reflexos no Brasil

Evento	Reflexo Nacional
Acidente Nuclear de Three Mile Island - EUA 1979	Criação do Sipron - 1980
Acidente Nuclear de Chernobyl - URSS 1986	Elaboração do Plano de Emergência Externo da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) - 1986
Acidente Radiológico de Goiânia - Brasil 1987	Aperfeiçoamento da Estrutura de Resposta a Emergências da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) - 1987
Acidente Nuclear de Fukushima – Japão 2011	Revisão dos Planos e Procedimentos de Segurança e Emergência da CNAAA - 2012

Fonte: Elaboração própria com base em Andreuzza (1997) e Kassenova et al (2021)

Nesse contexto, o Sipron surge então como um sistema integrador dos órgãos e entidades da Administração Pública Federal, Estadual e Municipal, das empresas privadas e das fundações, que tenham atribuições relacionadas com o Programa Nuclear Brasileiro. Seu objetivo principal é coordenar as ações para atender permanentemente as necessidades de proteção e segurança do Programa Nuclear Brasileiro, particularmente aquelas relacionadas aos trabalhadores ocupacionalmente expostos, à população e ao meio ambiente, em uma situação de emergência nuclear.

Desde a criação do Sipron até o acidente de Goiânia⁹, ocorrido em setembro de 1987, o planejamento das ações de resposta a situações de emergência era de responsabilidade da Secretaria de Defesa Civil do Ministério do Interior (SEDEC/MINTER), com a assessoria técnica da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Até então, o Sistema era voltado, principalmente, para os acidentes postulados na CNAAA, sendo uma das lições aprendidas com este acidente a necessidade de se elaborar um planejamento para emergências radiológicas similar ao já existente para as instalações nucleares.

As alterações posteriormente introduzidas na estrutura e no funcionamento de órgãos da Administração Pública Federal, com a extinção e a criação de Órgãos e Ministérios, geraram necessidades de adequar o dispositivo regulamentar ao longo dos anos. Em 1997, a estrutura do Sipron foi modificada pelo Decreto nº 2.210, de 22 de abril, definindo novas atribuições aos órgãos do sistema, especialmente à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da

⁹ Em setembro de 1987 aconteceu o acidente com o Césio-137 (¹³⁷Cs) em Goiânia, capital do Estado de Goiás, Brasil. O manuseio indevido de um aparelho de radioterapia abandonado, onde funcionava o Instituto Goiano de Radioterapia, gerou um acidente que envolveu direta e indiretamente centenas de pessoas. Disponível em: <https://www.saude.go.gov.br/cesio137goiania>. Acesso 10 jul. 2021.

República, então detentora do papel de órgão central do Sistema. Foram regulamentadas as medidas necessárias à instalação e ao funcionamento de centros de gerenciamento, centro de coordenação e centro de informações, bases da estrutura de resposta a situação de emergência nuclear. O decreto dispõe em seu Artigo 1º que esse Sistema tem por objetivo assegurar o planejamento integrado e coordenar a ação conjunta e a execução continuada de providências que visem a atender às necessidades de segurança das atividades, das instalações e dos projetos nucleares brasileiros, particularmente do pessoal neles empregados, bem como da população e do meio ambiente com eles relacionados. Este Decreto permanece em vigor até os dias atuais.

Em 2012, a decretação da Lei nº 12.731/2012 revogou o Decreto-Lei nº 1.809/1980 e reformulou o Sipron, atribuindo responsabilidades que abrangem os dias atuais. Atualmente, a Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019, que estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios, atribuiu ao Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República a coordenação das atividades do Sipron, atuando como seu órgão central. Esta configuração proporciona melhores condições para o atendimento ao contido na Lei nº 12.731/12, permitindo que as atividades relacionadas ao órgão central sejam realizadas com maior eficiência e rapidez, por ser um órgão de assessoramento direto e imediato ao Presidente da República, além de facilitar a locução interministerial.

Atualmente, a constituição e as atribuições dos Colegiados do Sipron constam no Decreto nº 9.865, de 27 de junho de 2019. Os Colegiados têm o objetivo de assessorar o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República no atendimento permanente das necessidades de proteção e segurança do Programa Nuclear Brasileiro. São eles:

- a) Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (COPRON);
- b) Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR);
- c) Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência no Município de Resende (COPREN/RES);
- d) Comitê de Articulação nas Áreas de Segurança e Logística do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (CASLON); e
- e) Comitê de Planejamento de Resposta a Evento de Segurança Física Nuclear em Angra dos Reis (COPRESF/AR).

De fato, as principais funções do Sipron se relacionam com o planejamento e a coordenação das atividades de resposta em caso de emergências nucleares e radiológicas, tendo a competência de supervisionar a proteção dos indivíduos que operam instalações nucleares e

manipulam materiais nucleares e, de maneira mais ampla, da população, do meio ambiente, das unidades e dos materiais nucleares (KASSENOVA, et al., 2020).

2.2 A ESTRUTURA DE RESPOSTA DO SIPRON: OS COLEGIADOS DE PLANEJAMENTO E OS CENTROS DE RESPOSTA

Conforme disposto no Decreto nº 9.668, de 2 de janeiro de 2019, que aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, o Departamento de Coordenação do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro, vinculado à Secretaria de Coordenação de Sistemas, tem competência para, além de outras, participar do planejamento e da coordenação das ações, em situações de emergência nuclear, que tenham como objetivo proteger: os recursos humanos envolvidos na operação das instalações nucleares e na guarda, no manuseio e no transporte dos materiais nucleares; a população e o meio ambiente situados nas proximidades das instalações nucleares; e as instalações e os materiais nucleares.

Nesse contexto, o Copren/AR, criado Portaria nº 777, de 30 de outubro de 2003, do Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, e o Copren/RES, Portaria nº 68, de 18 de fevereiro de 2003, do Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, possuem a finalidade de planejar as ações de respostas a situações de emergência na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAB) e na Fábrica de Combustível Nuclear das Indústrias Nucleares do Brasil S.A., respectivamente.

Cada um dos supracitados Comitês, para os sítios a que se relacionam, têm as competências de: elaborar estudos, pareceres e sugestões relativos à preparação para resposta a situações de emergência nuclear; planejar e propor ao órgão central do Sipron o Programa Geral de Atividades do Sistema, referente aos eventos de preparação para resposta a situações de emergência nuclear; planejar e avaliar os exercícios de resposta a situações de emergência nuclear e propor a adoção de medidas necessárias ao aperfeiçoamento dos seus procedimentos; manter atualizados os planos sobre a preparação da resposta a situação de emergência nuclear; acompanhar e avaliar o planejamento e a execução das campanhas de esclarecimento e das atividades de notificação pública relativas à resposta a situações de emergência nuclear; planejar a comunicação ao público no caso de emergência nuclear; e elaborar e implementar programas de treinamento de recursos humanos para a execução das ações de resposta a situações de emergência nuclear.

Com a finalidade de gerenciar as respostas a emergências nucleares, o Sipron também atua por meio de Centros de Coordenação e de Gerenciamento, descritos a seguir.

No âmbito nacional, o Centro Nacional de Gerenciamento de Emergência Nuclear (CNAGEN) é o centro responsável por prestar assessoria ao Governo Federal na ocorrência de uma situação de emergência nuclear, supervisionar e coordenar o apoio dos órgãos federais, entidades públicas e privadas, nacionais ou internacionais, e governos estrangeiros, para complementar as ações empreendidas e os meios utilizados na resposta a uma situação de emergência nuclear em nível estadual, municipal, e, quando necessário, das unidades operadoras. Este Centro de Gerenciamento, localiza-se no Palácio do Planalto, em Brasília-DF.

O Centro Estadual de Gerenciamento de Emergência Nuclear (CESTGEN), por sua vez, coordena a implementação do Plano de Emergência Externo (PEE) do estado da federação onde ocorrer uma situação de emergência nuclear, no caso atual existente apenas no Estado do Rio de Janeiro, onde estão localizadas a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto da Eletrobrás Eletronuclear (CNAAA/Eletronuclear) e a Fábrica de Combustível Nuclear das Indústrias Nucleares do Brasil (FCN/INB). Quando ativado, o CESTGEN presta assessoria de alto nível para decisão do governo estadual e coordenando o apoio do governo federal, órgãos federais, entidades públicas e/ou privadas sediadas em seu estado para complementar as ações empreendidas e os meios utilizados na resposta a uma situação de emergência nuclear. Este Centro de Gerenciamento localiza-se no Departamento Geral de Defesa Civil da Secretaria da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro.

Complementando a estrutura de gerenciamento, o Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear (CCCEN), localizado em Angra dos Reis, gerencia a execução das ações que lhe são atribuídas no Plano de Emergência Externo (PEE), de forma a coordenar o apoio dos diversos órgãos, sediados no Município, com responsabilidade na resposta a uma emergência nuclear. Além disso, solicita o apoio aos órgãos municipais, estaduais e federais, sediados em sua área de influência, para implementar as ações necessárias e complementar os meios utilizados, na resposta a uma situação de emergência nuclear e mantém o Centro de Informações de Emergência Nuclear - CIEN, informando sobre a evolução da situação de emergência nuclear.

2.3 OS EXERCÍCIOS DE RESPOSTA A SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Os exercícios de resposta são componentes chaves na adequada preparação do Estado brasileiro, nos níveis nacional, estadual e local, uma vez que fornecem uma visão única da

situação do aprestamento das instituições respondedoras, além de servirem como base para um programa de melhoria contínua da estrutura de resposta.

Desde 2009, o órgão central do SiproN supervisiona tais exercícios na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Angra dos Reis/RJ, e na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN), em Resende/RJ.

A realização desses exercícios constitui um marco na preparação para tais emergências no Brasil, por integrar organizações públicas e privadas nos âmbitos municipal, estadual e federal. Os exercícios priorizam a vertente operacional do Plano de Emergência Externo do Governo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ).

A periodicidade na realização dos exercícios na CNAAA é anual, sendo do tipo “Parcial”, também chamados de tabuleiro, nos anos pares e do tipo “Geral”, onde há a mobilização das Forças Armadas e das de Segurança Pública, da Defesa Civil e dos demais integrantes do Sistema, nos anos ímpares, sob a coordenação do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Neles são testadas as decisões referentes às ações previstas na NG-06 (Norma Geral para Instalação e Funcionamento dos Centros encarregados da Resposta a uma Situação de Emergência Nuclear), no Plano de Emergência Local (PEL) da Eletronuclear, no Plano para Situações de Emergência (PSE) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), no Plano de Emergência Externo do Governo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ), no Plano de Emergência Municipal (PEM) da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis e nos Planos de Emergência Complementares (PEC) dos órgãos integrantes do SiproN.

São exercitadas, ainda, as atividades que visam à verificação da cadeia de comunicações, da capacidade de mobilização de meios, pessoal e material, além da disseminação de informações, por intermédio das campanhas de esclarecimento prévio que se destinam a informar ao público sobre as medidas de proteção da população e do meio ambiente.

3 O PAPEL DA AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA PARA A GARANTIA E PROMOÇÃO DA SEGURANÇA NUCLEAR

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) é uma organização internacional vinculada às Nações Unidas, criada em 29 de julho de 1957. Conforme dispõe o seu Estatuto, a AIEA atua como um fórum intergovernamental para cooperação científica e técnica no uso pacífico da tecnologia nuclear e da energia nuclear em todo o mundo (IAEA, 1989).

De forma geral, os seus programas fomentam o desenvolvimento de aplicações pacíficas da energia nuclear, ciência e tecnologia, fornecem salvaguardas internacionais contra o uso

indevido de materiais nucleares e promovem a segurança nuclear em seu sentido amplo (*nuclear safety*¹⁰ e *nuclear security*¹¹).

No escopo da segurança nuclear, pilar central desse trabalho, cabe destacar que uma das principais missões da AIEA é promover e apoiar os Estados Membros no estabelecimento de altos padrões de segurança de seus programas. Para tal, a AIEA desenvolve normas e padrões de segurança nuclear e, com base nessas normas, promove a obtenção e manutenção de elevados níveis de segurança nas aplicações de energia nuclear, bem como a proteção da saúde humana e do meio ambiente contra as radiações ionizantes. Destaca-se ainda que, de acordo com seu Estatuto, a AIEA fomenta o intercâmbio de especialistas em energia atômica entre os países membros para o desenvolvimento de energia nuclear de forma segura (IAEA, 1989).

A regulamentação da segurança nuclear é uma responsabilidade nacional e muitos Estados têm decidido adotar os padrões da AIEA para uso em seus regulamentos nacionais. Contudo, para expandir o apoio à segurança nuclear de um país, é importante entender como a segurança nuclear é percebida por diferentes Estados Membros e, particularmente, por que a segurança nuclear tem grande transbordo para a área de cooperação técnica internacional.

Inicialmente, cabe destacar que as atividades conduzidas no âmbito da segurança nuclear (*nuclear safety*) apresentam caráter ostensivo. Ou seja, os planos e procedimentos adotados, a rigor, raramente possuem informações classificadas, de modo que o máximo de pessoas envolvidas tenha conhecimento do seu conteúdo. A divulgação é a regra, uma vez que as ações prezam pelo amplo conhecimento das atividades com vista a ampliar a efetividade das ações e percepção de segurança.

Segundo afirma Rockwood (2019), uma maior transparência em torno dos esforços feitos pelos Estados-Membros para proteger os materiais e instalações nucleares e o apoio prestado pela Agência aumentarão a confiança. Além disso, também melhorará a compreensão dos Estados-Membros sobre a forma como a segurança nuclear, tal como a salvaguardas, cria um ambiente propício no qual os materiais nucleares podem ser utilizados e a tecnologia nuclear pode ser aplicada de forma pacífica e segura.

¹⁰ *Nuclear Safety* (em português, segurança tecnológica nuclear) é a obtenção de condições adequadas de funcionamento, prevenção de acidentes, inclusive em situações de emergência nuclear, e mitigação das consequências dos acidentes, resultando na proteção dos trabalhadores, do público e do meio ambiente contra os riscos de radiação indevida. IAEA Safety Glossary - Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection - 2018 Edition.

¹¹ *Nuclear Security* (em português, segurança física nuclear) é a prevenção, detecção e resposta a atos criminosos ou intencionais não autorizados envolvendo material nuclear, outro material radioativo, instalações associadas ou atividades associadas. IAEA Safety Glossary - Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection - 2018 Edition.

O consenso sobre a importância da segurança e o papel da AIEA é necessário para enfrentar os desafios da segurança nuclear mundialmente. Rockwood (2019) destaca que a segurança nuclear é uma área de interesse internacional e coletivo, a qual deve ser tratada com a devida atenção, uma vez que pode impor consequências para outros países.

Um incidente de segurança nuclear, por sua natureza, não conhece fronteiras: além do impacto humanitário e ambiental de tal incidente, a confiança no governo do país onde o incidente ocorre será prejudicada. A confiança pública mundial na energia nuclear também será reduzida e pode até ser perdida. Se ocorrer um incidente em qualquer um dos nossos países, podemos perder os benefícios do uso pacífico da energia nuclear e das aplicações nucleares. (ROCKWOOD, 2019, tradução nossa)

No campo ambiental, importa relatar o conhecido papel da energia nuclear sobre as mudanças climáticas, como fonte sustentável e limpa de energia. Ainda que exista o risco de acidentes nucleares, a fonte nuclear está sendo amplamente discutida nos fóruns e conferências mundiais do Clima (e.g. COP-26), como alternativa energética de base de grande capacidade, podendo reduzir drasticamente a emissão de gases e poluentes causadores do efeito estufa (IAEA, 2021c). A comunidade internacional tem avaliado uma série de fatores na consolidação da energia nuclear como fonte para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Há uma necessidade de realizar contínuas avaliações e validações do papel potencial da energia nuclear e outras fontes de energia de baixo carbono não intermitentes como backups para fontes intermitentes em futuros sistemas de energia profundamente descarbonizados, considerando custo, confiabilidade e outros fatores. Contudo, é essencial evitar mais catástrofes, como o acidente de Fukushima, e construir abordagens internacionais com foco na melhoria contínua em direção à excelência em segurança e proteção (BUNN, 2019). Nesse sentido, os governos e as empresas têm conduzido projetos e ações para garantir os altos padrões de segurança, proteção e disposições para salvaguardas de forma a alcançar a aceitação e confiança pública.

Evitar incidentes nucleares e garantir o funcionamento seguro das instalações nucleares é de longe o passo mais importante para obter essa aceitação pública. Além disso, no lado das políticas, conduzir ações fortes e visíveis para garantir a segurança, combinadas com processos independentes para demonstração da robustez e eficácia dos sistemas de proteção existentes, são fatores críticos na construção da confiança do público e das comunidades locais (BUNN, 2019).

Nesse sentido, umas das áreas da segurança nuclear que recebe especial atenção no âmbito internacional é a gestão do planejamento e resposta a emergências nucleares (do inglês,

emergency preparedness and response – EPR). Um sistema de resposta a emergências nucleares adequado e estruturado, não só é capaz de mitigar qualquer ocorrência dessa natureza, como também conferir ao País uma imagem internacional de confiabilidade na capacidade e estrutura de resposta, em atendimento à Convenção sobre Pronto Notificação de Acidente Nuclear (BRASIL, 1991a) e à Convenção sobre Assistência no Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica da AIEA (BRASIL, 1991b).

A melhoria contínua da preparação para emergências é um processo que vem sendo ativamente realizado por autoridades nacionais, bem como por organizações intergovernamentais e internacionais, no intuito de não só garantir a segurança nuclear interna do país, como também ampliar o apoio mútuo internacional dentro do atual cenário geopolítico de desenvolvimento da tecnologia nuclear.

Derivando dessa função, na área de preparação e resposta para uma emergência nuclear ou radiológica, destaca-se o relevante papel da AIEA no desenvolvimento de padrões de segurança e ferramentas técnicas, apoiando seus Estados Membros no fortalecimento de seus arranjos de emergência, fornecendo capacitação em seus Estados Membros e realizando missões de assessoramento e avaliação por pares (*peer reviews*) das disposições de emergência estabelecidas, como será apresentado a seguir.

3.1 AS MISSÕES DE REVISÃO E OS SERVIÇOS DE ASSESSORIA DA AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA

A AIEA oferece aos seus Estados membros uma ampla gama de serviços de revisão (*review missions and advisory services*), nos quais uma equipe de especialistas de vários países liderada pela Agência compara as práticas reais com os padrões da AIEA como, por exemplo, na área de segurança física nuclear, transporte de material nuclear, gerenciamento de rejeitos, no setor saúde, emergências nucleares e outros (IAEA, 2021).

Esses serviços de assessoria ajudam os Estados-Membros a avaliar a aplicação das normas e orientações da AIEA para ajudá-los a melhorar seu nível de segurança nuclear e a cumprir as suas obrigações jurídicas internacionais. Além disso, a realização desses serviços serve como referência global aos programas nacionais para alcançar e manter um alto nível de segurança nuclear em todos os campos, como geração de energia, medicina, agricultura, indústria e pesquisa.

Atualmente, a AIEA oferece diferentes serviços de assessoria e revisão, realizados apenas a pedido do Estado-Membro, sendo os mais relevantes apresentados no Apêndice I desse trabalho.

Na condução dessas missões, a AIEA e os especialistas internacionais que participam dos serviços desenvolvem e sugerem recomendações e identificam boas práticas para fortalecer a segurança nuclear global (IAEA, 2021).

No campo da preparação e resposta a emergências, foco desse trabalho, o EPREV (*Emergency Preparedness Review* - Serviço de Revisão da Preparação e Resposta a Emergências Nucleares) é o único serviço de assessoria a abordar de forma abrangente os arranjos nacionais de EPR para emergências nucleares ou radiológicas, englobando os aspectos que envolvem o Estado, o órgão regulador e os operadores do setor nuclear no país.

3.2 AS MISSÕES EPREV - SERVIÇO DE REVISÃO DA PREPARAÇÃO E RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NUCLEARES

Desde 1999, a AIEA fornece o Serviço de Revisão da Preparação e Resposta a Emergências Nucleares (EPREV) para avaliar e revisar os arranjos e capacidades do Estado Anfitrião para responder a emergências nucleares e radiológicas, independentemente da causa, em relação aos padrões de segurança da AIEA. Desde então já foram conduzidas 48 missões EPREV em 43 países (IAEA, 2021).

Tabela 2 - Missões EPREV no mundo

Ano	Países
1999	Indonésia
2004	Indonésia
2006	Qatar
2007	Tajiquistão, Rússia, Egito
2008	Quirguistão, Montenegro, Tunísia, Uzbequistão
2009	Macedônia, Malásia
2010	Qatar, Bielorrússia, Tailândia, Filipinas, Azerbaijão, Romênia
2011	Albânia, Letônia, Estônia, Rússia, Paquistão, Geórgia
2012	Uruguai, Armênia, Lituânia, Cazaquistão, Sérvia, Vietnã, Bósnia e Herzegovina, Croácia
2013	Jordânia
2014	Tanzânia, Tajiquistão, África do Sul

(continua)

2015	Jamaica, Quênia, Nigéria, Emirados Árabes, Gana
2016	Indonésia, Hungria
2017	Eslovênia
2018	Bielorrússia, Cuba
2019	Canadá, Emirados Árabes

Fonte: Adaptado a partir de *EPREV Peer Review and Advisory Services Calendar IAEA* (2021)

Por meio do EPREV, os especialistas conduzem revisões das disposições e capacidades do Estado Anfitrião para responder a emergências nucleares, baseados principalmente na “Série de Padrões de Segurança da AIEA No. GSR Parte 7 - Preparação e Resposta para uma Emergência Nuclear ou Radiológica” (IAEA, 2018). Esse documento dispõe que os Estados Membros devem incluir avaliações periódicas e independentes, incluindo a participação em avaliações internacionais, como parte de seu programa de gestão de qualidade para resposta a emergências. Assim como a realização de simulações e exercícios, essas avaliações são uma forma de garantir que os Estados Membros dispõem de capacidades EPR sustentáveis.

O EPREV aparece, neste contexto, portanto, como ferramenta poderosa de fortalecimento e aceitação internacionais, uma vez que tem como objetivo revisar os protocolos e capacidades de qualquer Estado Anfitrião em responder emergências nucleares, independentemente de sua origem. Tal revisão leva em consideração a situação específica do Estado Anfitrião, em termos de suas práticas particulares, finalidades de seu programa nuclear e seu quadro legislativo.

Conforme dispõe o Guia de Implementação do EPREV – “*Emergency Preparedness Review Guidelines*” (IAEA, 2018), os benefícios de uma missão EPREV para o Estado Anfitrião, incluem, dentre outros:

- Realização de revisão internacional objetiva, independente e credível do sistema de EPR do Estado Anfitrião, que no caso do Brasil, conforme visto no capítulo anterior, caracteriza-se pela avaliação do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (Sipron);
- Promoção da melhoria contínua do sistema EPR como parte de um programa nacional de resposta a emergências;
- Envolvimento do alto nível governamental no processo de planejamento e resposta a emergências nucleares e radiológicas, considerando ainda a situação específica do Sipron, o qual encontra-se vinculado junto à estrutura da Presidência da República;
- Compartilhamento de experiências e lições aprendidas entre o Estado Anfitrião e os especialistas internacionais da AIEA;

- Fornecimento aos outros Estados-Membros de informações sobre as boas práticas identificadas no decurso da revisão;
- Promoção de maior harmonização global da estrutura de emergência.

O processo para recebimento do EPREV é ilustrado na Figura 2 e uma breve descrição das principais fases é apresentada adiante.

Figura 2 – Processo de realização da Missão EPREV



Fonte: Adaptado a partir de *IAEA Emergency Preparedness Review Guidelines* (2018)

Um EPREV é iniciado por meio de uma solicitação governamental formal à AIEA, que aprova a realização por meio da Diretoria-Geral. Os especialistas são então recrutados com base em seu conhecimento e experiência para o cumprimento do escopo da missão.

Antes da missão, o Estado Anfitrião fornece à equipe de avaliação um conjunto completo de materiais de referência, incluindo a auto-avaliação. Após essa fase a missão EPREV é então conduzida, durante cerca de 6 a 12 dias. No final da missão, o relatório final é fornecido ao Estado Anfitrião pela equipe de revisão. Com base nesse relatório, o Estado Anfitrião desenvolve um Plano de Ação e o fornece à AIEA para informação.

O caminho a ser percorrido para consolidação desse sistema de EPR robusto é detalhadamente exposto no relatório final de uma missão EPREV, sendo que a preparação e a auto-avaliação nacional antes da própria missão já se constituem de uma grande base para melhorar a estrutura de preparo e resposta a emergências nucleares (KUHAR et al, 2021).

Nessa fase de preparação os principais benefícios decorrerão da realização de uma auto-avaliação abrangente dos arranjos nacionais no Brasil. A auto-avaliação em relação aos requisitos presentes na Série de Segurança Nuclear GSR nº 7 fornece às autoridades responsáveis pelo sistema de resposta à situação de emergência percepções úteis sobre como melhorar a estrutura nacional de EPR, além de ser um parâmetro para se avaliar o momento ideal para o recebimento *in loco* dos especialistas internacionais.

De modo geral, um EPREV é solicitado por um Estado-Membro com vistas principalmente a aperfeiçoar seu sistema de resposta e preparação a emergências nucleares. Essas missões são conduzidas pela AIEA como forma de ajudar os Estados Membros a priorizar as áreas de EPR que requerem melhorias, além de possibilitar a esses Estados se beneficiar da experiência dos membros da equipe EPREV, discutindo como outros sistemas nacionais de planejamento e resposta a emergências nucleares implementaram com sucesso soluções inovadoras e eficazes de segurança nuclear.

Contudo, além das motivações relativas diretamente ao aprimoramento da resposta, destaca-se também o fator de visibilidade dado ao país que requer a realização dessas missões em seu Sistema, uma vez que, demonstra o compromisso do governo do país anfitrião com o EPR (IAEA, 2018).

Conforme veremos adiante com as experiências dos países que receberam o EPREV, a realização desse serviço de assessoria pela AIEA tornou-se uma espécie de “selo de qualidade” aos Estados-Membros analisando-se sobre a vertente da segurança nuclear. Para o atingimento de determinados padrões de aceitação internacional, o mapeamento independente e a ratificação das capacidades de resposta às diversas situações de emergência trazem

credibilidade e responsabilidade, hoje exigidas dos Estados que se propõe a expandir seus programas nucleares de forma sustentável e com fins pacíficos (IAEA, 2013). Assim, tendo em vista o desejo universal de alcance e garantia da segurança nuclear internacionalmente, a harmonização global da estrutura de EPR, por meio de um selo internacional, arrastará o consequente e necessário apoio mútuo entre os países detentores de tecnologia nuclear.

Na visão da comunidade internacional, se um país com um programa nuclear importante e bem estabelecido decidir sediar um EPREV, isso reforçará a percepção do país como aquele que se esforça para estar na vanguarda da segurança nuclear e implementação consistente do programa nuclear e também para mostrar claramente à comunidade internacional seu compromisso de ter seus cidadãos e seu meio ambiente mais bem protegidos, caso ocorra uma emergência nuclear ou radiológica. Conforme apresentado anteriormente, a aplicação de melhores práticas de segurança nuclear no Brasil, aliadas aos benefícios dessa alternativa sustentável para os debates em torno das mudanças climáticas e a necessidade de descarbonização da matriz energética nacional, demonstra a importância e relevância dessas missões tanto para a proteção do meio ambiente quanto para impedir a ocorrência de acidentes dessa natureza (BUNN, 2019).

Considerando o relevante papel da agência nas atividades não só de segurança nuclear, como também na área de salvaguardas nucleares, é importante traçar um breve paralelo dessas missões afetas à segurança nuclear, como o EPREV, com as inspeções de controle de material nuclear afetas ao regime de não proliferação. Um regime de não proliferação requer inspeções relativamente intrusivas e frequentes das instalações nucleares, a fim de garantir que os materiais nucleares não sejam desviados para atividades para as quais não foi declarado. Essas inspeções abrem as atividades domésticas de um Estado a avaliações internacionais para garantia do uso exclusivamente pacífico do material nuclear e das atividades realizadas pelo país (TANNENWALD, 2013).

Tendo em vista o papel da AIEA no âmbito da não-proliferação, a condução e recebimento dessas inspeções, por meio dos Acordos de Salvaguardas, tornam-se essenciais e imprescindíveis a luz do regime de não-proliferação existente internacionalmente e aplicado aos Estados Membros da AIEA que desenvolvem programas nucleares. A realização dessas inspeções pela AIEA tem um caráter mandatário e de verificação, baseado nos Acordos e Protocolos estabelecidos entre a Agência e o Estado-Membro, com vistas a assegurar o não desenvolvimento de programas bélicos nucleares pelos países.

Por outro lado, o estabelecimento de um regime efetivo de segurança nuclear é um anseio internacional e a sua garantia apresenta-se como um fator de proeminência para a adequada

preparação e resposta para emergências (IAEA, 2018). Dessa forma, a adesão voluntária a essas missões reveste-se de um fator de força e reconhecimento para as relações internacionais com o País que submete seus programas a essas avaliações, uma vez que a sua condução traz benefícios não só ao Estado Membro que a recebe, como também ao entorno regional e à comunidade nuclear internacional como um todo. Além disso, por não envolver conhecimentos e a tecnologia classificados detidos por órgãos, entidades e empresas do Programa Nuclear Brasileiro, o recebimento dessas missões considera a preservação e manutenção do conhecimento tecnológico desenvolvido e detido pelo País, não apresentando riscos ao domínio tecnológico nacional.

3.3 AS EXPERIÊNCIAS DE ESTADOS MEMBROS QUE RECEBERAM EPREV: CANADÁ E ESLOVÊNIA

No contexto dos benefícios diretos da realização dessas missões nos Estados Anfitriões, as orientações já existentes por parte da AIEA, para que o país se prepare corretamente e previamente ao recebimento de uma missão EPREV, já conduzirão rearranjos e atualizações necessárias que, por si só, se concretizam como ganhos substanciais, necessários e duradouros à atual estrutura dos respectivos sistemas de EPR.

Contudo, de forma complementar, os relatórios da AIEA, páginas oficiais e documentos emitidos pelos Estados Membros, fornecem ainda informações adicionais, feedbacks e outros ganhos diretos e indiretos aos países que já submeteram seus sistemas a essas missões, como é o caso do Canadá, Eslovênia e outros (IAEA, 2021).

Para ilustrar os impactos da realização de missões EPREV, esse trabalho irá analisar os casos de Canadá e Eslovênia. Esses países foram escolhidos em razão de terem recebido missões EPREV recentemente, em 2019 e 2017, respectivamente, o que permite acesso aos mais atuais relatórios e documentos governamentais elaborados pelos países como feedbacks das missões e, principalmente, em razão da similaridade de seus programas nucleares com o PNB, uma vez que também possuem Centrais Nucleares com reatores de potência¹², o que nos permite analisar de forma mais condizente os possíveis efeitos das missões EPREV para o PNB.

¹² O Canadá possui 19 reatores nucleares de potência do tipo PHWR (reator de água pesada pressurizada), com capacidade de 13.624MWe, que responde por 59% da matriz energética nacional. Além disso, possui outras instalações do ciclo do combustível nuclear, como minas de urânio, assim como o Brasil. A Eslovênia possui um reator nuclear de potência do tipo PWR (reator de água pressurizada, unidade “gêmea” do projeto de Angra I), com capacidade de 688MWe, que responde por 36% da matriz energética nacional. (WNA, 2021)

3.3.1 Canadá

Em junho de 2019, o Canadá se tornou a primeira nação do G7 a hospedar uma missão EPREV da AIEA, a qual avaliou a preparação nacional do Canadá e sua capacidade de lidar com uma emergência nuclear. A missão aconteceu em Ottawa, capital do Canadá, bem como nas províncias de Ontário e New Brunswick, que possuem usinas nucleares comerciais em operação (IAEA, 2018).

A equipe de revisão de EPREV composta de 11 especialistas identificou vários pontos fortes durante a missão, incluindo um sistema de resposta de emergência e preparação bem desenvolvido e maduro em todos os níveis de governo, estando pronto para responder a uma emergência nuclear.

Durante a missão, a equipe do EPREV interagiu amplamente com funcionários do governo nos níveis federal, provincial e municipal, bem como com funcionários de duas centrais nucleares (IAEA, 2018). Essa interação demonstra a transversalidade de inserção da missão no Governo do País, bem como a necessidade de envolvimento dos altos níveis decisórios do Estado Anfitrião. Além de ser um fator de sensibilização das autoridades nacionais para o Programa Nuclear do país, demonstra o interesse e aptidão do estado no aprimoramento das questões relacionadas à segurança nuclear, especialmente afetas à adequada preparação e resposta às situações de emergência.

A equipe observou também uma série de práticas recomendáveis específicas que se referem a aspectos que vão além das expectativas estabelecidas nos padrões de segurança da AIEA. Entre estes, a equipe do EPREV identificou a pré-distribuição de iodeto de potássio¹³ em zonas de ação ao redor da área das centrais nucleares (CANADA, 2021). Com relação ao Programa Nuclear Brasileiro, verifica-se que essa medida protetiva também está presente nos planejamentos de preparo e resposta de EPR. Cabe destacar que, conforme consta no Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ) para caso de emergência nuclear nas instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, a distribuição de iodeto de potássio também já é uma ação prevista na resposta à uma situação de emergência nas usinas (RIO DE JANEIRO, 2013). Nesse caso, é necessária a aplicação do Protocolo para uso do iodeto de potássio em emergências nucleares em Angra dos Reis/RJ, que traz as atribuições e

¹³ O iodeto de potássio (KI) pode ser utilizado pela população ao redor de uma usina após um incidente nuclear, para limitar o risco de danos à glândula tireoide de uma pessoa por radiação ionizante, uma vez que iodo radioativo pode ser liberado como produto de fissão após um evento nuclear e podendo acarretar lesões na tireoide se inalado ou ingerido (HEISE, 2017).

os procedimentos específicos para a utilização em atendimento às situações de emergências nucleares nas usinas.

Outra semelhança verificada do sistema canadense com o nosso sistema, é a gestão de emergências nucleares ser efetivamente integrada em nível nacional, como é o caso do Sipron. O Sistema Nacional de Resposta a Emergências (*National Emergency Response System - NERS*) prevê a harmonização da resposta a todos os perigos. O NERS fornece orientação de nível superior para uma resposta nacional para todos os perigos. O Plano Federal de Resposta a Emergências para todos os riscos (*Federal Emergency Response Plan - FERP*) tem como objetivo coordenar a resposta e o planejamento federais e apoiar as províncias e territórios. A ligação entre a preparação e resposta a emergências nucleares ou radiológicas e todos os perigos NERS está descrita no Plano Federal de Emergência Nuclear (*Federal Nuclear Emergency Plan - FNEP*) (CANADA, 2021).

De forma análoga, o Brasil, por meio do GSI/PR, está em fase final de elaboração do seu Plano Nacional de Resposta a Emergência Nuclear (PNASEN), tendo a estrutura do Sipron para a sua condução, preparo e treinamento. Verifica-se, portanto, grande similaridade entre a metodologia de planejamento (Planos), resposta (Sistema) de EPR de ambos os governos.

A equipe de revisão da AIEA destacou também, além das boas práticas, sugestões e recomendações ao sistema canadense. Em resposta, o Canadá desenvolveu um Plano de Ação que ajudará a fortalecer ainda mais o sistema de preparação e resposta a emergências nucleares do País (CNSC, 2020). Este documento reconhece cada boa prática e resume as respostas no Plano de Ação do Canadá para abordar cada sugestão e recomendação surgida da missão EPREV.

Como resultado da missão, o Canadá criou um Comitê Diretor do EPREV para supervisionar seu compromisso em abordar todas as recomendações e sugestões. O Canadá compartilhou o relatório da AIEA e sua resposta com o público, em ambos os idiomas oficiais, com vistas a dar conhecimento amplo e obter a confiança da sociedade para a segurança do sistema. Com isso, a equipe de planejamento do EPREV do órgão regulador nuclear do Canadá, o CNSC, recebeu o prêmio “*John S. Hewitt Team Achievement Award*” da *Canadian Nuclear Society 2020* (CNSC, 2020), pela demonstração da capacidade de resposta a emergências nucleares do País.

Ao hospedar um EPREV, o governo canadense assumiu um papel de liderança entre os países desenvolvidos com programas de energia nuclear maduros (IAEA, 2018). Conforme mencionado, essa é a primeira vez que um país do G-7 submete seu sistema à missão EPREV, demonstrando o compromisso do Canadá com a harmonização global dos arranjos de EPR,

incentivando assim que outros países façam suas próprias análises (CNSC, 2020). A preparação, o apoio e a coordenação eficaz para a missão foram exemplares e constituem um modelo positivo para os Estados Membros que podem considerar hospedar um EPREV.

3.3.2 Eslovênia

Em resposta a um pedido do Governo da Eslovênia, a AIEA conduziu uma missão EPREV de duas semanas, em novembro de 2017, no sistema de preparação e resposta a emergências radiológicas da Eslovênia, com base nos padrões e recomendações da AIEA. Como parte da revisão, a missão internacional revisou todo o quadro nacional de EPR, incluindo legislação e regulamentação, planos e procedimentos em todos os níveis, bem como recursos humanos e materiais da Eslovênia para respostas em caso de acidentes nucleares ou radiológicos (IAEA, 2017).

A missão contou com reuniões e visitas com altos-executivos do Governo da Eslovênia, do órgão regulador (SNSA - *Slovenia Nuclear Safety Administration*), dos operadores nucleares (Usina Nuclear de Krško), órgãos de defesa civil, segurança pública e respondedores envolvidos com o sistema de EPR do País. Como resultado desse processo, a equipe EPREV emitiu relatório com 19 recomendações¹⁴ que representam ações para lidar com não-conformidades baseadas nos requisitos e padrões da AIEA, 12 sugestões que representam propostas de ações para implementar de forma mais eficaz alguns requisitos e padrões e também 3 boas práticas identificadas no sistema de preparação e resposta a emergências radiológicas da Eslovênia (IAEA, 2017).

O relatório da missão serviu de base para o Plano de Ação, adotado pelo Governo da Eslovênia, que inclui as tarefas a realizar pela Eslovênia para melhorar o sistema de preparação, incluindo as observações e conclusões da missão, as ações a serem tomadas, as organizações líderes e participantes e os prazos de implementação (KUHAR et al., 2021).

Algumas das ações foram concluídas em 2018. Menos da metade das ações ainda está em andamento, incluindo a revisão do plano nacional de emergência. Cabe destacar que relativo a esse item, o Sipron adotou recentemente medidas para a elaboração do Plano Nacional de EPR. Como já apresentado anteriormente, com relação ao preparo e resposta a emergências nucleares

¹⁴ As principais recomendações da missão EPREV foram a finalização da revisão do plano nacional; avaliação detalhada das necessidades e recursos disponíveis de todas as partes interessadas; treinamentos gerais e programas de exercícios para todas as organizações de resposta; arranjos para dosimetria de todos os trabalhadores de emergência e arranjos para clínicos gerais e serviços médicos de emergência a serem treinados para reconhecer os sintomas de exposição à radiação e procedimentos de resposta nacional (IAEA, 2017).

na Central Nuclear de Angra dos Reis, a Eletronuclear já possui o Plano de Emergência Local (PEL), aprovado pela CNEN, e a Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, aprovou em nível estadual o Plano de Emergência Externo (PEE), que apresenta as medidas e ações a serem tomadas na CNAEA em uma situação de emergência nuclear (RIO DE JANEIRO, 2013). O Plano Nacional ainda vinha sendo debatido no âmbito do Sipron, devido à necessidade de estabelecer orientações aos órgãos que atuam em nível federal, e ao funcionamento do Centro Nacional de Gerenciamento de Emergência Nuclear, em Brasília.

Nesse sentido, a Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro, do âmbito do Sipron, instituiu, por meio da Resolução GSI/PR Nº 8, de 10 de setembro de 2020, grupo de trabalho com o propósito de elaborar o Plano Nacional para Situações de Emergência Nuclear (PNASEN). Esse grupo, coordenado por integrante do GSI/PR, e composto por 11 órgãos, Ministérios e empresas, deverá apresentar ao órgão central do Sipron, proposta de plano nacional para coordenação de ações e medidas em situações de emergência nuclear, que tenham como objetivo proteger a) os recursos humanos envolvidos na operação das instalações nucleares; b) a população e o meio ambiente situados nas proximidades das instalações nucleares; e c) as instalações e os materiais nucleares (BRASIL, 2020).

Isso posto, tendo em vista as recomendações relativas aos documentos de planejamento de resposta, tanto em nível local e estadual, quanto em nível federal, o Brasil tem adotado ações e planejamentos que refletem boas práticas ao aprimoramento e estruturação do sistema de EPR, considerando a ocasião do recebimento de uma missão em nosso PNB.

Em geral, a missão elogiou a preparação da Eslovênia para acidentes nucleares e radiológicos e destacou, entre outras coisas, a excelente cooperação de todas as partes interessadas e organizações envolvidas na resposta a tais acidentes (KUHAR et al, 2021).

A equipe de especialistas da EPREV notou a excelente cooperação entre todas as partes interessadas e organizações de resposta durante a missão e durante as discussões detalhadas sobre os acordos EPR no país.

A missão também destacou três casos de boas práticas, que servem de exemplo de grande atuação em determinada área para todos os países do mundo. Dentre essas boas práticas, destaca-se a realização de uma missão simulada EPREV que forneceu uma boa base para melhorar a preparação e os arranjos de resposta a emergências no país e atualizar a auto-avaliação nacional antes da própria missão (KUHAR et al, 2021). Nesse sentido, a demonstração do Governo Brasileiro em receber uma missão EPREV, bem como a preparação interna dos órgãos componentes do Sipron, com a realização de auto-avaliação do Sistema pelas partes envolvidas, além de sinalizar internacionalmente a transparência de nosso programa,

produziria relevantes impactos positivos ao sistema de preparo e resposta a situações de emergência em âmbito nacional, com desdobramentos para a segurança do PNB e do PNM.

Por fim, o Governo Esloveno espera que a missão EPREV facilite ainda mais melhorias nos mecanismos de preparação e resposta a emergências do País e de outros Estados-Membros, com base no conhecimento adquirido e nas experiências compartilhadas entre a Eslovênia e a equipe do EPREV, e por meio da avaliação da eficácia das disposições do país, de suas capacidades e suas boas práticas (IAEA, 2017).

4 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS AO ESTADO BRASILEIRO (SIPRON, PNB e PNM) PELA PREPARAÇÃO E SUBMISSÃO DA ATUAL ESTRUTURA NACIONAL DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NUCLEARES ÀS MISSÕES EPREV DA AIEA

Inicialmente, cabe destacar nesse trabalho o caráter estratégico do setor nuclear para a Defesa Nacional, conforme dispõe a Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2012):

Três setores tecnológicos são essenciais para a Defesa Nacional: o **nuclear**, o cibernético e o espacial. Portanto, são considerados estratégicos e devem ser fortalecidos. Como decorrência de sua própria natureza, **transcendem à divisão entre desenvolvimento e defesa e entre o civil e o militar**. Importa, nesse contexto, a capacitação do País como um todo, bem como conferir ao Poder Nacional condições de adaptar-se às circunstâncias e de servir-se do potencial de emprego que abrigam. (END, 2016, grifo nosso)

Observando o setor nuclear brasileiro, vemos que a condução da Política Nuclear Brasileira se apresenta de forma transversal, abrangendo atividades nos setores de geração de energia elétrica, de defesa, da saúde, da ciência e tecnologia, ambiental, dentre outros. A interdependência intrínseca às atividades do setor nuclear torna necessária a boa governança, de modo que o setor público atinja o objetivo desejado por meio de uma combinação de intervenções legais, regulatórias e práticas (ASSANO, 2020). Conforme dispõe o Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017, a governança pública se caracteriza como um “conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade”. Nesse sentido, cabe destacar o papel do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República na articulação interministerial e coordenação de ações em prol da segurança do Programa Nuclear Brasileiro, por meio do Sipron.

No intuito de fortalecer as políticas de segurança do PNB e com base nos princípios de governança pública, é fundamental também entender o atual contexto do Sipron e seu papel na garantia da segurança nuclear, suas potencialidades atuais para pronta resposta e a necessidade de se projetar o futuro das capacidades de resposta a emergências nucleares (BRASIL, 2019). Kassenova (2020), em sua obra, sintetiza o papel e responsabilidade desse Sistema para o Estado Brasileiro.

A ideia de “proteção” que define o marco legal do trabalho do Sipron abrange disposições referentes tanto à segurança física quanto à técnica, que se fundem na mesma estrutura institucional sem uma diferenciação explícita. Nesse sentido, as responsabilidades são amplamente definidas, pois o Sipron visa “proteger” um conjunto diversificado de entes, abarcando desde informações, tecnologia e instalações nucleares até as pessoas e o meio ambiente. (KASSENOVA, et al., 2020)

A fim de ser reconhecido internacionalmente como exemplo na área da segurança nuclear e considerando a competência precípua do Sipron de coordenar as ações para atender permanentemente as necessidades de proteção e segurança do PNB, com destaque para as ações voltadas à resposta a uma situação de emergência nuclear, é fortemente recomendável ao Brasil a submissão desse Sistema à missão EPREV. Verifica-se que, dentre a gama de missões ofertadas pela AIEA, a missão EPREV é o serviço de consultoria que aborda de forma abrangente as capacidades nacionais de resposta a emergências nucleares, legislações afetas e interfaces relevantes (IAEA, 2018). A preparação para este evento exige planejamento, governança e grande esforço prévio do país inspecionado, sendo que os ganhos já começam a ser auferidos desde a fase inicial.

Neste sentido, o Sipron, que atualmente consegue conduzir até mesmo exercícios gerais de grande escala e com coordenação centralizada e abrangente, não parte de um nível incipiente de preparação para a recepção da missão. O grande ganho será sentido no momento em que se coloca uma visão externa, a nível macro, sobre os diversos processos e ações conduzidas de resposta a emergências nucleares e radiológicas. Aliado a isto se terá a publicidade do “selo qualidade” auferido ao Sipron e, conseqüentemente pelo PNB, gerando impactos futuros positivos e necessários, uma vez que nenhum programa nuclear de vulto conseguiu, sozinho e isolado, seu desenvolvimento máximo possível.

Uma vez que o PNM, dentro deste o PROSUB, é uma importante peça do programa nuclear nacional, todos os benefícios angariados pelo PNB serão refletidos aos diversos nichos que o integram. Todos os desdobramentos, aumento de transparência, de confiabilidade e de aceitação internas e externas, posteriores ao recebimento de uma missão da agência

internacional, contribuirão na manutenção e suporte ao desenvolvimento das atividades tanto do PNB, como também do PNM, do PROSUB e do SN-BR, ferramentas hoje imprescindíveis para o robustecimento da segurança e defesa nacionais.

Os objetivos finais, que hoje são desenhados dentro do setor nuclear brasileiro, transitando tanto nas áreas de ciência e tecnologia, como no setor de defesa nacional, somente serão atingidos a partir do ponto de máxima capacidade e maturidade do PNB.

Voltando-se pontualmente ao EPREV, a Tabela 3 apresenta um extrato do levantamento dos principais impactos positivos e negativos do recebimento dessa missão, avaliados durante o estudo bibliográfico. É importante salientar que esta missão é planejada de forma que o ônus para o hospedeiro seja minimizado, uma vez que toda a dedicação de funcionários e agências relevantes, necessária na sua preparação e fundamentação, seja limitada e planejada e, também, seja dedicada à identificação de oportunidades de melhoria do quadro EPR nacional, visando melhorar a cooperação e coordenação entre todas as agências e órgãos envolvidos.

Tabela 3 – Principais Impactos Positivos e Negativos avaliados pelo Estudo

Impactos Positivos	Impactos Negativos
Melhoria do Sistema de EPR nacional e promoção da segurança nuclear nacional	Custo de preparação e deslocamento de especialistas nacionais (<i>missão é planejada de forma que o ônus para o hospedeiro seja minimizado</i>)
Melhoria da proteção ao público e ao meio ambiente	Força de Trabalho (h/h) para preparação e recebimento das missões
Aprimoramento do Quadro Regulatório	
Envolvimento do Alto-Escalão do Governos nas questões afetas à Segurança Nuclear	
Ampliação da Cooperação Interagências	
Melhoria da aceitabilidade e confiança pública em relação à energia nuclear	
Aumento de transparência e de confiabilidade da comunidade internacional	
Percepção interna do PNB positivamente afetada	
Apoio mútuo internacional ao PNB e, por conseguinte, ao PNM e ao SN-BR	

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O impacto positivo nas melhorias identificadas nos quadros e disposições nacionais de EPR compensarão, de longe, qualquer encargo associado aos esforços acima mencionados para o recebimento da missão, proporcionando melhor proteção ao público e ao meio ambiente e agilizando planos de resposta nacionais, regionais e locais relevantes e disposições para

respostas a emergências. Os benefícios diretos relacionados ao âmbito normativo, procedimental e de infraestrutura são verificados e identificados durante as missões, ao longo de todas as etapas, constantes nos Relatórios Finais entregues ao País, conforme apresentado no capítulo anterior. Além disso, a cooperação na preparação para o EPREV entre todos os envolvidos gerará um resultado adicional altamente benéfico.

No âmbito interno, as missões podem envolver atividades de comunicação social voltada ao setor nuclear, conforme determinado pelo país em coordenação com a Agência. A melhoria dos arranjos de resposta irá proporcionar maior segurança, uma vez que o Sipron estaria mais robusto. Com isso, além da percepção interna sobre o PNB ser positivamente afetada, o governo se mostrará interessado na promoção da segurança nuclear nacional.

No cenário internacional, vislumbra-se o contínuo crescimento da aceitação global e o apoio mútuo ao PNB e, por conseguinte, ao PNM, variáveis hoje imprescindíveis dentro do cenário geopolítico atual, quando o assunto aborda tecnologias sensíveis, no caso, a nuclear e suas finalidades, considerando inclusive a construção do nosso Submarino Convencional de Propulsão Nuclear. Isso demonstraria o compromisso, a nível governamental, não somente com o aprimoramento da estrutura de resposta das instalações nucleares, bem como com a segurança nuclear nacional voltada sempre ao fomento da credibilidade, transparência e ação conjunta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o caráter estratégico e de alta sensibilidade da tecnologia nuclear, o atendimento às convenções internacionais e a certificação do sistema com base em revisões independentes, um novo patamar a ser atingido se faz necessário ao Sipron, emprestando diversos benefícios ao PNB, PNM e PROSUB, favorecendo a aceitação e o apoio mútuo internacionais. A conquista de determinados padrões de aceitação internacional está ligada ao mapeamento e à ratificação das capacidades de resposta às diversas situações de emergência, trazendo a credibilidade e a responsabilidade hoje exigidas dos países que se propõe a expandir seus programas nucleares de forma sustentável e com fins pacíficos, como é o caso do Brasil que expressa claramente isso em sua Constituição Federal. Com isso, o setor nuclear brasileiro, como um todo, passa a ter mais força para minimizar o enfretamento a dificuldades de crescimento e expansão, percorrendo um caminho menos retaliativo e demonstrando confiabilidade e segurança dentro de seu programa nuclear nacional.

Sendo a competência precípua do Sipron a de coordenar as ações para atender permanentemente as necessidades de proteção e segurança do PNB, com destaque para as ações

voltadas à resposta a uma situação de emergência nuclear, motivo pelo qual suscitou a sua criação, verifica-se que, dentre a gama de missões ofertadas pela AIEA, a missão EPREV é o serviço de consultoria mais adequado para a avaliação do Sistema, abordando de forma abrangente as capacidades nacionais de resposta a emergências nucleares.

Todas as considerações realizadas anteriormente corroboram com a percepção de que, existindo uma maior transparência em torno dos esforços feitos pelos Estados Membros, visando proteger os materiais e instalações nucleares civis e militares, e um apoio prestado pela AIEA, a confiança e a aceitação, tanto internamente como a nível internacional, aumentarão, fato claramente observado no Canadá e na Eslovênia citados como exemplos. Além disso, a compreensão dos Estados Membros sobre as capacidades e estruturas voltadas à segurança nuclear, tal como as salvaguardas, é robustecida, criando um ambiente propício no qual os materiais nucleares e a tecnologia nuclear podem ser utilizados para os mais diversos fins, desde que aplicada de forma pacífica e segura, incluindo a propulsão nuclear de nosso submarino.

A submissão de nossa estrutura nacional de resposta a emergências nucleares à missão EPREV, com foco nas atividades desempenhadas pelo Sipron, trazendo validações e avaliações com base em diretrizes internacionais da AIEA, impactará não somente na segurança nuclear, bem como na segurança e defesa nacionais, na continuidade do desenvolvimento autônomo do setor nuclear brasileiro em prol do desenvolvimento nacional, na confiança da sociedade no PNB, na aceitação global e na constante e necessária transparência dentro do atual cenário geopolítico em que o mundo se encontra. Desta forma, estaríamos garantindo um setor nuclear brasileiro e, por conseguinte, um setor nuclear da Marinha, com espaço para crescimento e poder de amparo às atuais aspirações brasileiras.

Baseado nos fatos de que o Brasil atualmente opera na vanguarda da segurança nuclear, ficam reforçados o alto grau de comprometimento do País com a proteção ambiental e o alinhamento ao esforço global para o controle das mudanças climáticas. Assim, possuidor de um programa nuclearmente responsável, o patamar nacional de resultados e ganhos seriam ainda maiores ao Sipron, ao PNB, ao PNM e ao PROSUB, quando submetidos a missões da AIEA, particularmente à EPREV, contribuindo para a melhora não somente das questões técnicas intrínsecas das missões aos programas, como também das vertentes nucleares políticas e geopolíticas, que regem a possibilidade de crescimento ou da total estagnação de qualquer programa nuclear.

Na visão da comunidade internacional, caso um país com um programa nuclear importante e bem estabelecido decidir sediar um EPREV, a percepção como aquele que se esforça para estar na vanguarda da segurança nuclear e na implementação consistente do seu

programa nuclear será fortemente ampliada. Tal atitude servirá para mostrar claramente à comunidade internacional o compromisso de ter seus cidadãos e seu meio ambiente mais bem protegidos, caso ocorra uma emergência nuclear partindo de instalações civis ou militares.

Sendo assim, os impactos diretos e indiretos ao PNB, advindos da preparação e submissão da atual estrutura de resposta a emergências nucleares do Sipron a missões de revisão da AIEA, mais particularmente à EPREV, proporcionarão crescentes segurança e proteção ao programa nuclear nacional e, por conseguinte, ao PNM e ao PROSUB, que se caracterizam, atualmente, como uma das linhas de frente no esforço do país para o fortalecimento e promoção da segurança e defesa nacionais.

REFERÊNCIAS

ANDREUZZA, M. G. S. B. **O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro. O Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro.** Goiânia: International Conference Goiania Ten Years Later, 1997.

ASSANO, A. I. V.; **A regulação do Setor Nuclear Brasileiro como catalisador do Desenvolvimento, Segurança e Defesa nacionais.** Brasília-DF: Escola Superior de Guerra, 2020.

BRASIL. Decreto nº 8 de 15 de janeiro de 1991. Promulga a Convenção sobre Assistência no Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 1991.

BRASIL. Decreto nº 9 de 15 de janeiro de 1991. Promulga a Convenção sobre Pronta Notificação de Acidente Nuclear. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 1991.

BRASIL. Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017. Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 2017.

BRASIL. Decreto nº 9.865, de 27 de junho de 2019. Dispõe sobre os colegiados do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 2019.

BRASIL. Lei nº 12.731, de 21 de novembro de 2012. Institui o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro - SIPRON e revoga o Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 1991.

BRASIL. Resolução GSI/PR Nº 8, de 10 de setembro de 2020. Institui grupo de trabalho para elaborar o Plano Nacional para Situações de Emergência Nuclear, no âmbito da Comissão de Coordenação da Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro. Brasília-DF: **Diário Oficial da União**, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa / Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília-DF: Versão aprovada pelo do Congresso Nacional, 2016.

BRAZIL might get nuclear-powered submarines even before Australia. **The Economist**. Disponível em: <https://amp.economist.com/the-americas/brazil-might-get-nuclear-powered-submarines-even-before-australia/21805075>. Acesso em: 30 set. de 2021.

BOHLKE, M. **O Sistema de Salvaguardas da Agência Internacional de Energia Atômica e os procedimentos especiais**: implicações para o Programa Brasileiro de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear. Ministério das Relações Exteriores. Brasília-DF: Instituto Rio Branco, 2019.

BUNN, M. Nuclear Disarmament, Nuclear Energy, and Climate Change: exploring the linkages. *In*: STEEN, Bård Nikolas Vik; NJØLSTAD, Olav (ed.). **Inglaterra: nuclear disarmament: a critical assessment**. Oxon: [s.n.], 2019.

CANADA. Government of Canada. **How Canada prepares for radiological and nuclear emergencies**. 2020. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/health-risks-safety/radiation/radiological-nuclear-emergencies/how-canada-prepares.html>. Acesso em: 12 ago. 2021.

CANADIAN NUCLEAR SAFETY COMMISSION. **Annual Report 2019–20**. [S. l.]: CNSC, 2020.

HEISE, Gudrun. **Por que ingerir iodo em caso de exposição à radioatividade?**. DW, 2017. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/por-que-ingerir-iodo-em-caso-de-exposi%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-radioatividade/a-40333741>. Acesso em: 12 ago. 2021

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Statute, as amended up to 28 december 1989**. Viena: International Atomic Energy Agency, 1989.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Peer Appraisal of the arrangements in the Republic of Slovenia for preparedness and response for a nuclear or radiological emergency**. Viena: IAEA, 2017.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Emergency Preparedness Review (EPREV) Guidelines**. Viena: IAEA, 2018.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Peer Appraisal of the arrangements in Canada regarding preparedness and response for a nuclear or radiological emergency** Viena: IAEA, 2019.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Safety Glossary - Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection**. Viena: IAEA, 2019

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Supporting Member States: IAEA Peer Reviews and Advisory Services**. Department of Nuclear Safety and Security. Disponível em: <https://www.iaea.org/sites/default/files/20/07/supporting-member-states-iaea-peer-reviews-and-advisory-services.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021a.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **EPREV Peer Review and Advisory Services Calendar**. International Atomic Energy Agency. Disponível em: <https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar>. Acesso em: 22 abr. 2021b.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **IAEA at COP26: How Nuclear Power and Technologies Can Help Tackle Climate Change**. International Atomic Energy Agency. Disponível em: <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-at-cop26-how-nuclear-power-and-technologies-can-help-tackle-climate-change>. Acesso em: outubro. 2021c.

KASSENOVA, T.; FLORENTINO, L. P.; SPEKTOR, M. **Brazil's Nuclear Kaleidoscope: An Evolving Identity**. Washington, USA: Carnegie Endowment for International Peace, 2014.

KASSENOVA, T.; FLORENTINO, L. P.; SPEKTOR, M. **Prospects for Nuclear Governance in Brazil**. Washington, USA: Carnegie Endowment for International Peace, 2020.

KUHAR, S.; SIRC, I.; TOMAZIC, M.; **Ensuring Nuclear and Radiation Safety in the Republic of Slovenia**. Journal of Criminal Justice and Security, no. 4, p 426-444, 2021.

TANNENWALD, N. **Justice and Fairness in the Nuclear Nonproliferation Regime**. Roundtable: Nonproliferation in the 21st Century. Carnegie Council for Ethics in International Affairs, Ethics & International Affairs, 27 no. 3, 2013, pp. 299-317

RIO DE JANEIRO. **Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro para caso de Emergência Nuclear nas Instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)**. Secretaria de Estado de Defesa Civil - SEDEC. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2013.

ROCKWOOD, L. **Remarks from workshop on Nuclear Security: from political commitment to practical implementation**. Viena: Vienna Center for Disarmament and Non-Proliferation, 2019.

SOUTHERN NEVADA HEALTH DISTRICT. **Emergências de radiação e uso de iodeto de potássio (KI)**. Disponível em: <https://www.southernnevadahealthdistrict.org/pt/programs/emergency-preparedness/nuclear-radiological-threats/radiation-emergencies-and-the-use-of-potassium-iodide-ki>. Acesso em: 13 ago. 2021

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. **Country Nuclear Profiles**. [S. l.]: WNA, 2021. Disponível em: <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles.aspx>. Acesso em: 13 ago. 2021.

APÊNCIDE I

Tabela 2 – Principais Missões de Revisão da AIEA

Sigla	Missão	Nome em Português
ARTEMIS	<i>Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation</i>	Serviço de Revisão Integrado para Gerenciamento de Rejeitos Radioativos e Combustível Nuclear Usado, Descomissionamento e Remediação Ambiental
EPREV	<i>Emergency Preparedness Review</i>	Serviço de Revisão da Preparação e Resposta a Emergências Nucleares
INSARR	<i>Integrated Safety Assessment of Research Reactors</i>	Avaliação de Segurança Integrada de Reatores de Pesquisa
IRSS	<i>Integrated Regulatory Review Service</i>	Serviço de Revisão Regulatória Integrada
OSART	<i>Operational Safety Review Team</i>	Equipe de Revisão de Segurança Técnica Operacional
SCCIP	<i>Safety Culture Continuous Improvement</i>	Processo de Melhoria Contínua da Cultura de Segurança
SEDO	<i>Safety Evaluation of Fuel Cycle Facilities During Operation</i>	Avaliação de Segurança das Instalações do Ciclo de Combustível durante a Operação
SEED	<i>Site and External Events Design</i>	Projeto do Local e de Eventos Externos
TSR	<i>Technical Safety Review</i>	Revisão Técnica de Segurança
EduTA	<i>Education and Training Appraisal</i>	Avaliação de Educação e Treinamento
ISCA	<i>Independent Safety Culture Assessment</i>	Avaliação Independente de Cultura de Segurança
ORPAS	<i>Occupational Radiation Protection Appraisal Service</i>	Serviço de Avaliação de Proteção Radiológica Ocupacional
PROSPER	<i>Peer Review of Operational Safety Performance Experience</i>	Avaliação por Partes do Desempenho de Segurança Operacional
SALTO	<i>Safety Aspects of Long-Term Operation</i>	Aspectos de Segurança da Operação de Longo Prazo
AMRAS	<i>Advisory Mission on Regulatory Infrastructure for Radiation Safety</i>	Missão Consultiva em Infraestrutura Regulatória para Proteção Radiológica
INSServ	<i>International Nuclear Security Advisory Service</i>	Serviço Internacional de Assessoria em Segurança Física Nuclear
IPPAS	<i>International Physical Protection Advisory Service</i>	Serviço Internacional de Assessoria em Proteção Física

Fonte: Adaptado a partir de IAEA *Peer Reviews and Advisory Services* (2021)