

CMG ALEXANDRE ITIRO VILLELA ASSANO

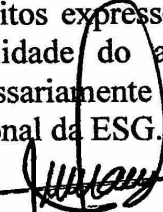
**A REGULAÇÃO DO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO COMO CATALISADOR
DO DESENVOLVIMENTO, SEGURANÇA E DEFESA NACIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso – artigo científico – apresentado à Comissão de Avaliação de TCC da Escola Superior de Guerra – *Campus* Brasília, como exigência parcial para obtenção do certificado de Especialista em Altos Estudos em Defesa.

Orientadora: Prof.^a Ma. Mariana Oliveira do Nascimento Plum

Brasília
2020

Os TCC, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, são considerados propriedade da Escola Superior de Guerra (ESG). 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 nos TCC são de responsabilidade do autor e não expressam necessariamente qualquer orientação institucional da ESG.


ALEXANDRE ITIRO VILLELA ASSANO
(476.333-10/MB)

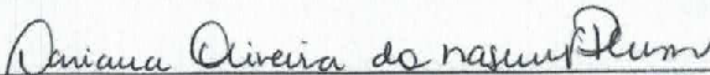
ALEXANDRE ITIRO VILLELA ASSANO

**A REGULAÇÃO DO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO COMO
CATALISADOR DO DESENVOLVIMENTO, SEGURANÇA E DEFESA
NACIONAIS**

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

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO:**

Brasília, DF, 26 de outubro de 2020


MARIANA OLIVEIRA DO NASCIMENTO PLUM (Prof. MSc./ESG-RJ)
Orientadora


FÁBIO ALBERGARIA DE QUEIROZ (Prof. Dr.)
Avaliador 1


VIVIANE MACHADO CAMINHA (Profª. Drª.)
Avaliador 2

A regulação do Setor Nuclear Brasileiro como catalisador do desenvolvimento, segurança e defesa nacionais

Alexandre Itiro Villela Assano¹

RESUMO

Este trabalho aborda o Setor Nuclear Brasileiro e sua importância estratégica para o desenvolvimento, segurança e defesa nacionais, considerando seus principais atores e as questões de governança que impactam as atividades desenvolvidas e que se tornaram objeto de estudo dos Grupos Técnicos no âmbito do Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro. O objetivo principal desta pesquisa é identificar as oportunidades de aprimoramento do arcabouço regulatório do Setor Nuclear Brasileiro e apresentar sugestões de alterações nos marcos regulatórios, de maneira a catalisar o Desenvolvimento, a Segurança e a Defesa Nacionais. Foi realizado estudo de natureza exploratória e qualitativa, utilizando técnicas de pesquisa bibliográfica, documental e de legislação. O trabalho analisou as principais questões de governança que impactam as atividades essenciais desenvolvidas pelo setor, em especial, a governança das atividades de mineração nuclear e das atividades de medicina nuclear e apresentou os resultados dos trabalhos dos Grupos Técnicos que analisaram tais questões, apontando possíveis soluções e sugestões de alterações regulatórias, como a maior participação da iniciativa privada nessas atividades sob regime de permissão do Estado. Foi possível concluir que há necessidade de alteração na Constituição Federal, de maneira a flexibilizar o monopólio do Estado sobre as atividades nucleares, sem perder, contudo, o controle necessário do Setor. Sugere-se a criação do modelo de Agência Líder nas questões que envolvem diversos órgãos governamentais, tais como Licenciamento Nuclear, para aumentar a celeridade e a eficiência das atividades do Setor.

Palavras-chave: Nuclear. Governança Nuclear. Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro

The regulation of Brazil's Nuclear Sector as a catalyzer for National Development, Security and Defense

ABSTRACT

This research addresses the Brazilian Nuclear Sector and its strategic importance for national development, security and defense, considering its main actors and the governance issues that impact the activities developed and that have become the object of study by the Technical Groups within the Brazilian Nuclear Program Development Committee. The main objective of this research was to identify opportunities for improving the regulatory framework of the Brazilian Nuclear Sector and to present suggestions for changes in regulatory frameworks, to catalyze National Development, Security and Defense. An exploratory and qualitative study was carried out, using bibliographic, documentary and legislation research techniques. The work analyzed the main governance issues that impact the essential activities developed by the sector, in particular, the governance of nuclear mining and nuclear medicine activities, and the results of the work of the Technical Groups that analyzed these issues were also presented, pointing out possible solutions and suggestions for regulatory changes, such as the greater

¹ Capitão de Mar e Guerra. Assessor-Chefe Militar para Assuntos da Marinha no Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Trabalho de Conclusão do Curso de Altos Estudos em Defesa (CAED) da Escola Superior de Guerra (ESG) *Campus* Brasília, 2020.

participation of the private sector in these activities under the regime of State permission. It was possible to conclude that there is a need to change the Federal Constitution, to make the State's monopoly over nuclear activities more flexible, without losing, however, the necessary control of the Sector. It is suggested to create a Leading Agency on issues involving several government agencies, such as Nuclear Licensing, to increase the celerity and efficiency of the Sector's activities.

Keywords: Nuclear. Nuclear Governance. Brazilian Nuclear Program Development Committee.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
AMAZUL	Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A.
ANM	Agência Nacional de Mineração
ANSN	Autoridade Nacional de Segurança Nuclear
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAED	Curso de Altos Estudo de Defesa
CDPNB	Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro
CEA ou Aramar	Centro Experimental Aramar
CF	Constituição Federal
CNAAA	Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CTBTO	<i>Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization</i>
EC	Emenda Constitucional
Eletronuclear	Eletronuclear S.A.
END	Estratégia Nacional de Defesa
FDG-18	Fluordesoxiglicose-18
GT	Grupo Técnico
GSI	Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IEN	Instituto de Engenharia Nuclear
INB	Indústrias Nucleares do Brasil
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IRD	Instituto de Radioproteção e Dosimetria
LAPOC	Laboratório de Poços de Caldas
LABGENE	Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MB	Marinha do Brasil
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MME	Ministério de Minas e Energia
Mo-99	Molibidênio-99
MPF	Ministério Público Federal
MRE	Ministério das Relações Exteriores

MS	Ministério da Saúde
NSG	<i>Nuclear Suppliers Group</i>
NUCLEP	Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
PET-CT	<i>Positron Emission Tomography – Computed Tomography</i>
PNB	Política Nuclear Brasileira
PrepCom	<i>Preparatory Commission</i>
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
RMB	Reator Multipropósito Brasileiro
SIPRON	Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
SMR	<i>Small Modular Reactor</i>
SN-BR	Submarino com Propulsão Nuclear Brasileiro
SUS	Sistema Único de Saúde
Tc-99m	Tecnécio-99m
TN	Tesouro Nacional
TNP	Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares

1 INTRODUÇÃO

Com uma reserva estimada de 244.788 toneladas de urânio e potencial para abrigar outras 300.000 toneladas na região Norte do País² (INB, 2020a), o Brasil é um dos poucos países no mundo a dominar todo o ciclo do combustível nuclear, que inclui desde a mineração e beneficiamento do urânio até a produção de pastilhas e a montagem do elemento combustível (INB, 2020). T tamanha riqueza natural, aliada ao desenvolvimento tecnológico, confere robustez ao Programa Nuclear Brasileiro.

Não por acaso, a Estratégia Nacional de Defesa (END) define o Setor Nuclear como essencial para a Defesa Nacional e direciona para a busca do fortalecimento da tecnologia nuclear e seu aprimoramento, visando à diversificação da matriz energética nacional e o uso da energia nuclear em amplo espectro de atividades de uso pacífico (BRASIL, 2012), tais como a construção de um submarino com propulsão nuclear e o desenvolvimento do Reator Multipropósito Brasileiro, os quais serão apresentados na próxima seção.

O Setor Nuclear, organicamente complexo, exige coordenação estreita entre seus vários atores, nas mais diversas esferas do conhecimento e atividades (BRASIL, 2012), além da participação de atores de outros setores, cujas competências e interesses muitas vezes tangenciam ou perpassam as fronteiras das atividades nucleares, as quais, pode-se supor, se beneficiariam do estabelecimento de um ordenamento mais eficiente.

Tema de relevância mundial, cujos impactos sempre transcendem as fronteiras nacionais, o Setor Nuclear – e sua regulação – se desenvolvem calcados nos diversos tratados internacionais dos quais o Brasil é signatário, dentre os quais se destaca o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), sendo partícipe do Regime de Não Proliferação Nuclear, cujas dinâmica e regulações impõem limites e constrangimentos ao Programa Nuclear Brasileiro.

Nesse contexto, a recém-aprovada Política Nuclear Brasileira (PNB), que orienta o planejamento, as ações e as atividades nucleares e radioativas no País, está perfeitamente alinhada aos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil³ e, como documento condicionante, se estabelece como um primeiro farol para o Setor Nuclear Brasileiro, ditando seus princípios e estabelecendo diretrizes e objetivos. Em seu art. 9º, estabelece que “o setor nuclear brasileiro terá estrutura regulatória com o objetivo de normatizar, licenciar, autorizar,

² Somente 25% do território nacional é coberto pela prospecção e pesquisa para minerais radioativos (MME, 2018).

³ Em seu artigo 3º, a PNB enumera, como seus princípios, o uso da tecnologia nuclear para fins pacíficos e o respeito a convenções, acordos e tratados dos quais o Brasil seja signatário (BRASIL, 2018)

controlar, regular e fiscalizar as suas atividades” (BRASIL, 2018), tarefas atualmente realizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Não obstante, a quantidade de *stakeholders* e a característica multidisciplinar intrínseca às atividades do Setor Nuclear em suas variadas vertentes corroboram a necessidade de estreita coordenação apontada pela END (BRASIL, 2012). Nesse sentido, e observando os aspectos organizacionais estabelecidos na PNB, o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB) foi recriado⁴ pelo Decreto nº 9.828, de 10 de junho de 2019, composto pelos Ministros de Estado dos principais setores envolvidos e, dentre suas competências, está a de “formular políticas públicas relativas ao setor nuclear e propor aprimoramentos ao Programa Nuclear Brasileiro” (BRASIL, 2019). Para tal, o Decreto prevê a possibilidade de o CDPNB instituir Grupos Técnicos (GT), “com o objetivo de assessorá-lo em temas específicos relevantes para o desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro” (BRASIL, 2019).

Tais GT tratam de diversos assuntos, dentro da problemática trazida à apreciação do Comitê, os quais, historicamente, revestem-se de significativa importância para o Desenvolvimento, Segurança e Defesa nacionais. Considerando que, atualmente, um dos três GT ativos do CDPNB – o GT 10 – trata especificamente da regulação do Setor Nuclear, é mister estudar as resoluções dos GT anteriores, principalmente quanto às questões que permeiam ou transcendem a gestão regulatória, tais como a pesquisa e lavra de minerais nucleares, a produção de radiofármacos, as sobreposições de atribuições ou competências entre a CNEN e outros órgãos, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Nacionais Renováveis (IBAMA) e do próprio Ministério de Minas e Energia (MME).

Desta forma, este trabalho pretende identificar as atividades do Setor Nuclear que podem ser mais bem conduzidas, exploradas ou potencializadas, com o aprimoramento da regulação do setor, considerando, como hipótese, que o avanço e o crescimento das atividades nucleares no Brasil estão sendo prejudicados por marcos regulatórios que não atendem à realidade atual, impactando negativamente o Desenvolvimento, a Segurança e a Defesa Nacionais.

Considerando as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira, a atuação da CNEN enquanto órgão regulador, as resoluções do CDPNB, os estudos realizados e em andamento

⁴ O CDPNB foi criado em 2008, ficando no âmbito da Casa Civil da Presidência da República até 2017, quando passou para o Gabinete de Segurança Institucional. Foi extinto em 2019 e recriado no mesmo ano. De 2008 até 2017 o CDPNB ficava no âmbito da Casa Civil/PR e de 2017 até a atualidade está no GSI/PR.

no âmbito dos GT daquele Comitê, o presente estudo, de natureza exploratória e qualitativa, utilizando técnicas de pesquisa bibliográfica, documental e de legislação, tem como objetivo identificar as oportunidades de aprimoramento do arcabouço regulatório do Setor Nuclear Brasileiro e apresentar sugestões de alterações nos marcos regulatórios, de maneira a catalisar o Desenvolvimento, a Segurança e a Defesa Nacionais. Como objetivos específicos, pretende descrever o Setor Nuclear Brasileiro, seus principais atores e projetos em andamento, analisar as questões que envolvem a governança do setor nuclear brasileiro e identificar e analisar as questões já apreciadas ou em apreciação pelo CDPNB, que devam ser consideradas em um possível aprimoramento da regulação do Setor Nuclear.

O presente artigo está estruturado em três seções principais. A primeira seção descreve o Setor Nuclear Brasileiro, tratando de seus alinhamentos estratégicos, programas, principais atores e agentes correlatos. A segunda seção trata da governança do setor nuclear brasileiro, principais *stakeholders* e suas inter-relações. A terceira e última seção lança o olhar sobre as principais questões em estudo no âmbito do CDPNB, correlacionando-as ao existente arcabouço regulatório do Setor Nuclear e apresentando oportunidades para o seu aprimoramento.

2 O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

Todos nós – Povo e Governo – temos responsabilidade na promoção do desenvolvimento, econômico, social e político, do Brasil. Para assegurar esse desenvolvimento, necessário ao bem-estar geral, é imprescindível dispor de adequadas fontes energéticas, dentre as quais sobressai, nos dias de hoje e no futuro próximo, a utilização do átomo (BRASIL, 1977).

“O setor nuclear é um pilar único e insubstituível da nossa estratégia para o desenvolvimento sustentável” (ALBUQUERQUE, 2019). Com essas palavras, o Ministro de Minas e Energia, em seu discurso na 63ª Conferência Geral da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), destaca a importância que a utilização do átomo ocupa nos caminhos do desenvolvimento do Brasil, como anunciava o Presidente Ernesto Geisel na apresentação do Programa Nuclear Brasileiro, em 1977.

Em consonância com a Constituição Federal (CF) e com a PNB, as atividades do Setor Nuclear têm como foco principal assegurar o uso pacífico e seguro da energia nuclear em todas as suas vertentes (BRASIL, 2018), o desenvolvimento de ciência e tecnologia para aplicação em diversas áreas como a indústria, agricultura e medicina, além do atendimento à crescente demanda das atividades industriais de alta tecnologia do setor (BRASIL, 2016).

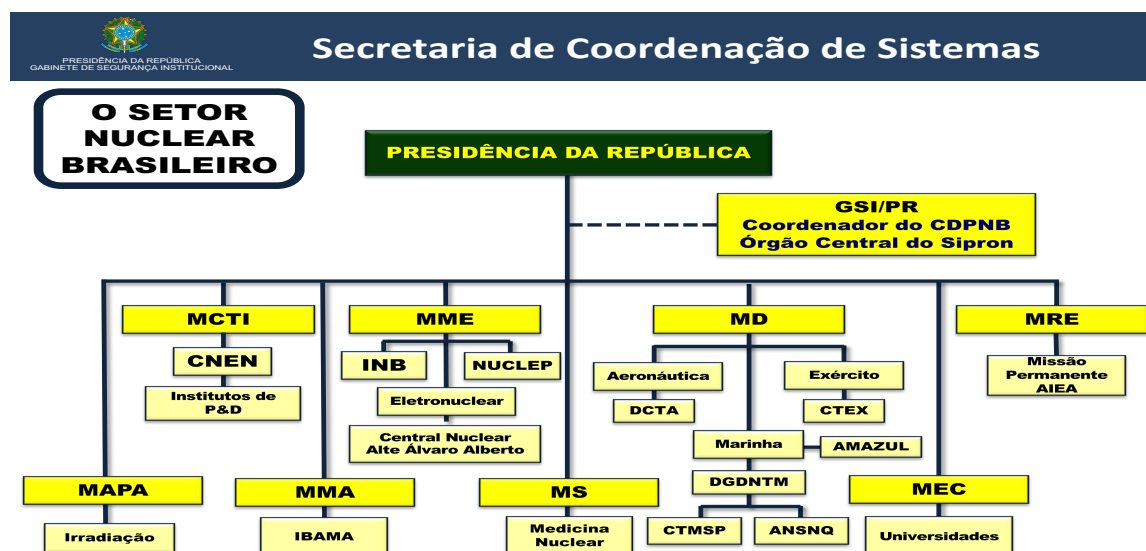
Sendo o Brasil partícipe do Regime de Não-Proliferação Nuclear, o uso pacífico da energia nuclear consta de todos os documentos condicionantes das atividades do Setor Nuclear e pode ser considerado seu eixo estruturante. Sobre este eixo se fundamentam o Programa Nuclear Brasileiro, o Programa Nuclear da Marinha e todos os projetos que os compõem.

Não obstante, Kassenova (2014) afirma que “tentar analisar a política nuclear do Brasil é como olhar através de um caleidoscópio: muitos dos elementos permanecem constantes, mas a relação entre eles e a importância de cada evoluem com o tempo”. Dentre esses elementos, destaca o Programa Nuclear da Marinha, o desenvolvimento econômico de alta tecnologia e o caminho que busca o Estado Brasileiro pela autossuficiência e uma posição de destaque no concerto das nações (KASSENOVA, 2014).

2.1. PRINCIPAIS ATORES DO SETOR NUCLEAR

Um olhar atento sobre os elementos constantes do caleidoscópio nuclear permite perceber que estes encontram paridade nos principais atores do Setor Nuclear Brasileiro (Figura 1 e Tabela 1), que é composto por diversos órgãos e instituições governamentais, pela academia e pela indústria, e materializa a complexidade e o caráter multidisciplinar apontados na Estratégia Nacional de Defesa, transcendendo “a divisão entre o desenvolvimento e defesa e entre o civil e o militar” (BRASIL, 2012).

Figura 1 – O Setor Nuclear Brasileiro



Fonte: Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República

Tabela 1: Principais atores do Setor Nuclear

Organização	Área de Responsabilidade
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)	“O MAPA é responsável pela gestão das políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio e pela regulação e normatização de serviços vinculados ao setor.” ⁵ Nesse sentido, insere-se no Setor Nuclear como responsável pela questão da irradiação de alimentos.
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)	O MCTI é responsável pela Política Nuclear e abriga a Comissão Nacional de Energia Nuclear e seus institutos, como entidades vinculadas. ⁶
Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)	A CNEN é uma autarquia federal vinculada, desde 1999, ao MCTI, que promove e incentiva a utilização da energia nuclear, forma recursos humanos no setor nuclear e realiza pesquisa científica e tecnológica na área nuclear. Além disso, atua também como órgão regulador do setor nuclear. Possui 15 unidades, compostas por institutos de pesquisa, laboratórios, agências e escritórios, dentre os quais destacam-se o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) e o Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC). ⁷
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)	O IBAMA é a autoridade ambiental nacional, responsável pelo licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades “destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.” ⁸
Ministério de Minas e Energia	O MME é o responsável pela Política de Energia Nuclear e pelas políticas nacionais de mineração, de geologia, de exploração e de produção de recursos minerais energéticos. ⁹

⁵ <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acao-a-informacao/institucional>

⁶ Decreto 9.667, de 2 de janeiro de 2019.

⁷ <http://www.cnem.gov.br/quem-somos>

⁸ <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=27/08/2018&jornal=515&pagina=155>

⁹ <http://www.mme.gov.br/web/guest/acao-a-informacao/institucional/base-juridica-de-estrutura-organizacional>

Indústrias Nucleares Brasileiras (INB)	Empresa vinculada ao MME, de capital fechado, onde 99,9968% das ações pertencem à CNEN. “Atua em toda a cadeia produtiva do urânio, desde a extração e beneficiamento, até a fabricação do combustível nuclear”, detendo o monopólio dessas atividades, em nome da União. ^{10 11}
Nuclebras Equipamentos Pesados (NUCLEP)	Empresa estatal, fundada para atender ao Programa Nuclear Brasileiro, projeta, desenvolve, fabrica e comercializa equipamentos pesados para o setor nuclear ¹² , tais como componentes para a usina de Angra 3, o protótipo do reator para o LABGENE e o reator e os cascos de submarinos do Programa de Submarinos (PROSUB) da Marinha do Brasil. ¹³
Eletronuclear	Empresa de economia mista, subsidiária da Eletrobras, é responsável pela operação e construção de usinas termonucleares no Brasil. Atualmente, opera as usinas de Angra 1 e Angra 2, na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Angra dos Reis, e supervisiona a construção da usina de Angra 3. ¹⁴
Ministério da Saúde	Por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), regula a Medicina Nuclear, incluindo a obtenção e utilização de radioisótopos e radiofármacos. ¹⁵
Marinha do Brasil (MB)	Tendo desenvolvido a tecnologia de enriquecimento de urânio, desde o final da década de 1970 a MB é um dos principais protagonistas do setor nuclear. O Programa Nuclear da Marinha continua sendo um grande impulsionador da Pesquisa e do Desenvolvimento de tecnologia nuclear, e a MB atua capitaneando grandes projetos estratégicos e participando de diversos outros, em parceria com Institutos e Centros de Pesquisa brasileiros. ¹⁶
Ministério das Relações Exteriores (MRE)	O Brasil mantém uma Missão Permanente junto à Agência Internacional para Energia Atômica e à PrepCom-CTBTO, em

¹⁰ <https://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades>

¹¹ <https://www.inb.gov.br/pt-br/A-INB/Quem-somos/EstruturaAccionaria>

¹² <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/institucional/sobre-a-nuclep>

¹³ <http://www.nuclep.gov.br/pt-br/energia-nuclear>; <http://www.nuclep.gov.br/pt-br/defesa>.

¹⁴ <https://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Paginas/A-Eletronuclear-Eletronuclear.aspx>

¹⁵ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3029.htm

¹⁶ <http://www.aben.com.br/revista-brasil-nuclear/edicao-n-49>

	<p>Viena, Áustria, que trata dos interesses do País junto àquela organização¹⁷. Ainda, dentro da estrutura do MRE, a Divisão de Desarmamento e Tecnologias Sensíveis e a Divisão de Recursos Energéticos Não-Renováveis atuam no setor nuclear junto ao campo externo, formulando recomendações e implementando a posição oficial brasileira em assuntos afetos ao TNP; acompanhando, instruindo e supervisionando a representação do Brasil junto às conferências de revisão do TNP, ao Grupo de Supridores Nucleares (NSG) e à AIEA, além de tratar dos assuntos ligados ao uso pacífico da energia nuclear no âmbito bilateral, multilateral, regional ou global.¹⁸</p>
--	--

Fonte: Ver notas de rodapé.

Da mesma forma, é possível enxergar como esses mesmos elementos orientam os grandes projetos em andamento no Setor Nuclear:

- **Ciclo do Combustível Nuclear:** tal ciclo compreende todo o processo (Figura 2), desde a mineração do urânio, seu beneficiamento, conversão, enriquecimento, fabricação do elemento combustível, utilização em uma usina nuclear ou em um reator de submarino nuclear, até a sua disposição definitiva (MME, 2018). O Brasil, que emprega o Ciclo Aberto com armazenagem temporária¹⁹, é um dos poucos países no mundo a dominar o Ciclo do Combustível Nuclear (KASSENOVA *et al*, 2020), tecnologia desenvolvida pela Marinha do Brasil (MB), conquistada por meio do Projeto Ciclone, iniciado em 1979 com o Programa Nuclear da Marinha (PNM).

Em que pese detenha o domínio da tecnologia, o Brasil ainda não é autossuficiente em todas as etapas do ciclo do combustível. A única planta de conversão de U_3O_8 em HF_6 (hexafluoreto de urânio) existente no Brasil foi desenvolvida e construída pela MB, localizada em Iperó, Estado de São Paulo, e não tem capacidade de executar a conversão em escala industrial (KASENOVA *et al*, 2020). Ainda, as cascatas de ultracentrífugas instaladas na INB possuem capacidade para enriquecer somente 14% do combustível necessário para atender as

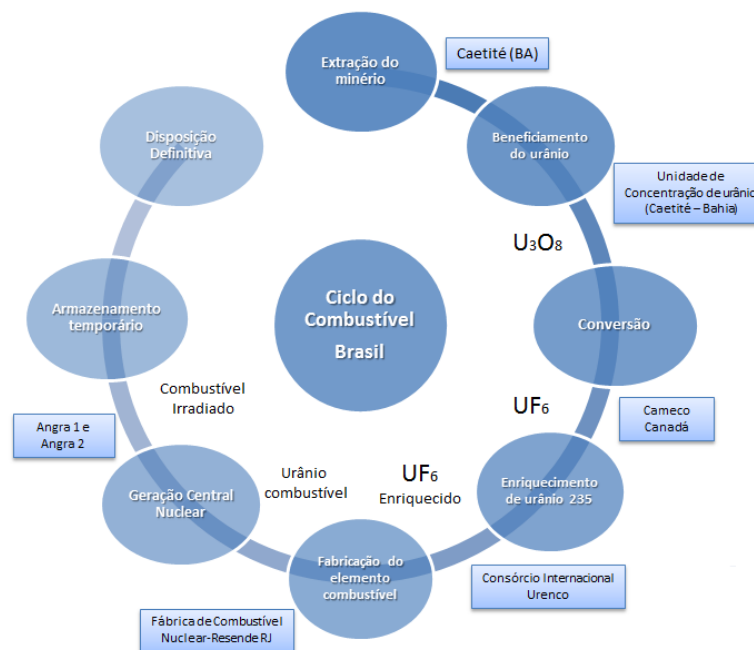
¹⁷ http://delbrasaiea.itamaraty.gov.br/pt-br/sobre_a_missao.xml

¹⁸ <http://www.itamaraty.gov.br/images/RISE.pdf>

¹⁹ No Ciclo Aberto, “(...) uma vez retirado do reator nuclear, o combustível utilizado é tratado como perda e armazenado em um sítio definitivo, tal como um repositório geológico, preparado para essa finalidade, em condições que não permitam sua remoção.” (FGV, 2013, p.53)

demandas de Angra 1 e Angra 2 (INB, 2017). Assim, em face da impossibilidade de atender as necessidades do País na escala necessária nas fases de conversão e enriquecimento, e com a mineração de urânio parada desde 2014 (KASENOVA *et al*, 2020), para a fabricação do combustível para a CNAEA, a INB importa hexafluoreto de Urânio, sendo 90% dele já enriquecido e 10% para enriquecimento nas plantas da INB em Resende, Rio de Janeiro (INB, 2019).

Figura 2 – Ciclo do Combustível Nuclear no Brasil



Fonte: MME, 2018

- **Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (Labgene):** o Labgene faz parte do Programa Nuclear da Marinha e consiste em um protótipo reator do submarino de propulsão nuclear (SN-BR), construído em instalações da Marinha, em Aramar, simulando as condições de operação que a futura tripulação do SN-BR irá encontrar. O projeto Labgene não é importante somente para a MB, mas também para a pesquisa, pois além das atividades relacionadas à construção de reatores para propulsão e geração de energia, manutenção e condução do ciclo de vida do SN-BR, “abrange pesquisas sobre fabricação de combustível para reatores nucleares, a construção de reatores nucleares para testes de propulsão e produção de energia (...)” (KASENOVA *et al*, 2020, p.19). Trata-se de um projeto estratégico que, assim como o ocorrido com o domínio do ciclo do combustível nuclear, traz arrastos tecnológicos com benefícios para a sociedade em diversos campos. A potência

prevista do reator do Labgene é suficiente para abastecer uma cidade de 20 mil habitantes e sua estrutura servirá como laboratório para o desenvolvimento de futuros reatores nucleares, inclusive os chamados *Small Modular Reactors* (SMR), que podem ser utilizados em áreas remotas, pouco povoadas, ou locais de espaço restrito, como plataformas semi-submersíveis e instalações *off-shore*, entre outros projetos, como o de dessalinização nuclear da água.

- **Reator Multipropósito Brasileiro (RMB):** o RMB é um reator de pesquisa que pode ser usado com diversas finalidades, desde o ensino e pesquisa, até o teste de combustíveis e outros materiais para utilização em reatores de potência e de propulsão naval, passando pela produção de radiofármacos para a medicina nuclear. Com esse novo reator de pesquisa, o Brasil alcançará a autossuficiência na produção de radiofármacos, podendo, ainda, entrar no mercado de exportação para a produção excedente. Mas os ganhos para a sociedade brasileira vão ainda além, uma vez que o empreendimento RMB ultrapassa a esfera do desenvolvimento e construção de um reator de pesquisa, estabelecendo uma infraestrutura fundamental para o desenvolvimento de um vultoso centro de pesquisa para a aplicação de radiações para o bem estar da sociedade.

- **Construção da Usina Angra 3:** a usina Angra 3, após concluída, será a terceira e mais potente usina termonuclear da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, ao lado das usinas Angra 1 e Angra 2, ora em funcionamento. As usinas do CNAEA, juntas, correspondem a 10,3% da capacidade de geração do sistema Sudeste/ Centro-Oeste²⁰, sendo de fundamental importância na matriz energética de duas regiões importantes para a geração do PIB nacional²¹. Assim, Angra 3 é um projeto estratégico, não somente para o setor nuclear, mas para a matriz energética do Brasil, oferecendo alternativa para sua diversificação, reduzindo os impactos sofridos com as mudanças climáticas e diminuindo a emissão de CO₂ e outros gases de efeito estufa. Angra 3 será capaz de gerar mais 12 milhões de MW/h e trará escala à toda cadeia produtiva do setor, desde a produção de combustível à geração de energia (MME, 2019), “trazendo racionalidade econômica às diversas etapas do ciclo do combustível nuclear, além de possibilitar no futuro a nacionalização de tecnologias em escala industrial” (INB, 2020). Atualmente, encontra-se 62% de sua construção concluída, e o Governo se

²⁰ Em que pese o baixo percentual, a energia fornecida pelas usinas nucleares apresenta um custo muito mais baixo do que a alternativa termelétrica. Em 2013, as termelétricas foram utilizadas ininterruptamente, resultando em um aumento da tarifa paga pelo consumidor.

²¹ Sudeste e Centro-Oeste representaram 62,9% do PIB do Brasil no ano de 2017, segundo o IBGE.

esforça para reiniciar, em 2021, as obras da usina, paradas desde 2015, estimando a entrada em operação em 2026 (MME, 2020).

- **Submarino de propulsão nuclear:** origem de todo o Programa Nuclear da Marinha, o projeto de construção do submarino de propulsão nuclear vem contribuindo para o desenvolvimento tecnológico brasileiro que vai além da área militar (FERREIRA, 2018). Talvez o principal responsável para que o Brasil se tornasse detentor da tecnologia de todo o ciclo do combustível nuclear, o projeto ainda hoje se interlaça aos demais projetos estratégicos, principalmente ao Labgene e ao RMB, e, provavelmente, crescerá com os benefícios trazidos pelo ganho de escala que será proporcionado por Angra 3.

Talvez o caleidoscópio verificado por Kassenova seja inevitável e, em certa medida, até mesmo desejável, dada a complexidade do Setor e a importância de que se reveste cada uma de suas múltiplas facetas. Da mineração e beneficiamento do urânio à fabricação do combustível nuclear, do projeto do Reator Multipropósito Brasileiro à produção de radiofármacos e à irradiação de alimentos, observa-se a alternância do protagonismo desses projetos, nem sempre reconhecido. Neste cenário, os diversos atores competentes para decidir dentro de sua respectiva seara e à luz de legislações diversas podem comprometer o sucesso do empreendimento se agirem de maneira descoordenada, mesmo em uma relação de óbvia interdependência.

Neste contexto, cabe ao Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI), por meio do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON) e do CDPNB, coordenar os movimentos desses fractais de maneira que as imagens do caleidoscópio reflitam os interesses maiores do País e o atendimento de suas necessidades, a tempo e à hora.

Fundamental nesse concerto, o CDPNB mantém uma sessão plenária permanente de nível ministerial, onde reúne os tomadores de decisão dos onze ministérios²² que o compõem, e que assessora diretamente o Presidente da República no estabelecimento de diretrizes e metas para o desenvolvimento e acompanhamento do Programa Nuclear Brasileiro. Na plenária, ratificam os trabalhos desenvolvidos nos diversos GT do Comitê (BRASIL, 2019), os quais, ao longo desses dois últimos anos, vêm produzindo resultados concretos e

²² O CDPNB é composto pelos seguintes Ministros de Estado: Chefe do GSI-PR; Chefe da Casa Civil da PR; da Defesa; das Relações Exteriores; da Economia; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; da Educação; da Saúde; de Minas e Energia; da Ciência, Tecnologia e Inovações; e do Meio Ambiente. (BRASIL, 2019)

significativos para o Setor Nuclear. Invariavelmente, as propostas decorrentes dos trabalhos dos GT do CDPNB encerram algo – ou tudo – em questões de governança.

3 GOVERNANÇA DO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

No Brasil, a atividade nuclear está primeiramente regulamentada na CF, que atribui à União a competência de exploração e o monopólio estatal em atividades que incluem a pesquisa, a lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados.

Art. 21. Compete à União:

XXIII - explorar os serviços e instalações nucleares de qualquer natureza e exercer monopólio estatal sobre a pesquisa, a lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados, atendidos os seguintes princípios e condições:

- a) toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos e mediante aprovação do Congresso Nacional;
- b) sob regime de permissão, são autorizadas a comercialização e a utilização de radioisótopos para a pesquisa e usos médicos, agrícolas e industriais; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 49, de 2006);
- c) sob regime de permissão, são autorizadas a produção, comercialização e utilização de radioisótopos de meia-vida igual ou inferior a duas horas; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 49, de 2006);
- d) a responsabilidade civil por danos nucleares independe da existência de culpa (Incluída pela Emenda Constitucional nº 49, de 2006).

(...)

Art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre:

XXVI - atividades nucleares de qualquer natureza;

(...)

Art. 49. É da competência exclusiva do Congresso Nacional:

XIV - aprovar iniciativas do Poder Executivo referentes a atividades nucleares;

(...)

Art. 177. Constituem monopólio da União:

V - a pesquisa, a lavra, o enriquecimento, o reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios e minerais nucleares e seus derivados, com exceção dos radioisótopos cuja produção, comercialização e utilização poderão ser autorizadas sob regime de permissão, conforme as alíneas b e c do inciso XXIII do caput do art. 21 desta Constituição Federal. (Redação dada pela Emenda Constitucional no 49, de 2006). (BRASIL, 1988)

Das disposições citadas, verifica-se que a maior parte das atividades relacionadas à área nuclear são de competência exclusiva da União Federal, excetuando-se a utilização de radioisótopos conforme descritos nas alíneas “b” e “c”, inciso XXIII, Art. 21. Essa flexibilização das atividades constantes nas alíneas citadas foi incluída pela Emenda

Constitucional nº 49, de 2006, por serem atividades econômicas em sentido estrito, exploradas, preferencialmente, pela iniciativa privada, não afastada a hipótese de o Estado desempenhá-las, em concorrência com os particulares, visando atender relevante interesse coletivo.

Assim, percebe-se o enorme desafio que se apresenta ao setor nuclear ao afastar a iniciativa privada de grande parte da condução das atividades do setor, deixando-o sem alternativas aos constrangimentos legais impostos à União, como o teto orçamentário, por exemplo, excetuando-se na questão dos radioisótopos, “cuja produção, comercialização e utilização poderão ser autorizadas sob regime de permissão” (BRASIL, 1988), em nova redação à CF, dada pela Emenda Constitucional nº 49, de 2006. Alterações na CF exigem aprovação de Proposta de Emenda Constitucional (PEC), de trâmite e rito mais exigentes do que aqueles que se referem às leis ordinárias.

Não obstante, a transversalidade do Setor Nuclear Brasileiro, a peculiaridade das atividades de proteção, segurança e desenvolvimento, além da gestão e salvaguarda das informações estratégicas da área nuclear se refletem na Soberania Nacional e se revestem de impressionante desafio à Boa Governança²³. Ainda, ressaltam a importância de se estabelecer um arcabouço regulatório, sobre o qual políticas públicas sejam definidas e implementadas, visando ao atendimento das necessidades da sociedade. Dentro do *framework* da Boa Governança, apresenta-se a necessidade de intervenção do Estado ou organismos de gestão – nas formas e intensidade adequadas – de maneira que o setor público atinja o objetivo desejado por meio de uma combinação de intervenções legais, regulatórias e práticas (IFAC, 2014).

No mesmo tom, o Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017, que dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, estabelece o conceito de governança pública como sendo o 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, sendo princípios da governança pública: a capacidade de resposta; a integridade; a confiabilidade; **a melhoria regulatória** (grifo nosso); a prestação de contas e responsabilidade; e a transparência (BRASIL, 2017).

²³ “processo por meio do qual atores estatais e não-estatais interagem para formular e implementar políticas dentro de um conjunto predefinido de regras formais e informais que moldam e são moldadas pelo poder” (BANCO MUNDIAL, 2017).

A constante melhoria regulatória se destaca entre os preceitos e princípios da governança pública, cuja aplicação se faz necessária ao Setor Nuclear, principalmente por se tratar, em grande parte, de monopólio da União.

Não se trata de tarefa simples, tendo em vista a quantidade de *stakeholders* e processos individualizados de cada órgão público, mas é, sem dúvida, uma necessidade para a boa condução do Setor Nuclear e a garantia do Desenvolvimento, da Segurança e da Defesa Nacionais.

A questão é que, dentro do Setor Nuclear, algumas de suas atividades são atividades típicas de Estado, como é o caso daquelas que envolvem projetos estratégicos, ligadas diretamente às diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa. Tais atividades, “por sua própria natureza, não constituem atividade econômica, manifestando-se como desdobramentos da função primordial do Estado concernente à manutenção da soberania e segurança nacional” (VOLOTÃO, 2015, p.164). Por se tratar de tecnologia sensível, de uso dual, é inquestionável a necessidade de um olhar crítico e atento a cada uma dessas atividades ao pensarmos a questão do monopólio da União. Ainda, há que se considerar os constrangimentos e controles impostos pelo Regime de Não Proliferação.

Outras atividades do Setor Nuclear não são típicas de Estado e se caracterizam como atividades econômicas. Estas, sob o monopólio do Estado, podem ser prejudicadas, impactando negativamente o desenvolvimento nacional.

3.1. GOVERNANÇA E REGULAÇÃO NA MINERAÇÃO NUCLEAR

O fornecimento de combustível nuclear para as usinas de Angra 1 e Angra 2 pode ser exemplo da característica difusa e complexa que define o Setor Nuclear, e nos dá uma ideia da quantidade de fractais no caleidoscópio apontado por Kassenova, cada qual com seu interesse maior, mas que se relacionam e interagem, em um ou mais pontos dessa cadeia interdependente. Tal fornecimento é de responsabilidade da INB, que atua em todos os estágios do processo, exercendo o monopólio sobre a mineração, o enriquecimento e a fabricação do combustível (INB, 2020).

Com menos de 30% do território nacional coberto por estudos de prospecção e pesquisas geológicas, o Brasil possui uma das maiores reservas de urânio do mundo. Das 9.400 toneladas de U_3O_8 conhecidas em 1975, as reservas geológicas brasileiras evoluíram para impressionantes cifras, que giram em torno das 300.000 toneladas, somando-se as

reservas conhecidas e inferidas, as quais ainda poderão ser ampliadas com novos trabalhos de prospecção e pesquisa mineral (SILVA, 2009).

Os três principais distritos uraníferos conhecidos no Brasil são os Distritos de Poços de Caldas, de Lagoa Real e de Santa Quitéria (INB, 2020). Destes, o depósito de Santa Quitéria, descoberto em 1975, está localizado no Distrito Fósforo-Uranífero na parte central do Estado do Ceará (PIRES, 2012) e representa o primeiro caso de parceria entre o setor público e a iniciativa privada para viabilizar um projeto, cuja estimativa dos recursos de urânio é da ordem de 142.500 toneladas.

O recurso de urânio atualmente conhecido no Brasil permite o suprimento das necessidades domésticas em longo prazo e a disponibilização do excedente ao mercado externo, ressaltando ainda o grande potencial de áreas não prospectadas (SILVA, 2009).

Entretanto, as atividades de mineração estão paradas desde 2014 (INB, 2019), enquanto a INB aguarda o licenciamento da CNEN e do IBAMA para iniciar a lavra da primeira mina subterrânea de urânio no País (KASSENOVA *et al*, 2020). O processo de licenciamento nuclear da mina subterrânea teve início em 2007, e o do licenciamento ambiental, em 2005. Atualmente, existe uma Licença de Instalação vencida²⁴, e a INB está revisando todo o projeto, desde a fase de avaliação de recursos minerais. Como consequência, apesar de possuir tantos recursos desse minério, o Brasil tem importado todo o urânio necessário ao atendimento da sua demanda interna, mesmo num cenário internacional de alta dos preços dessa *commodity*. Fato que se agrava em função da dependência da INB por recursos do Tesouro Nacional. No segundo semestre de 2020, o MME alertou quanto à necessidade para autorização de ampliação das despesas da INB, ainda este ano, para a obtenção de matérias-primas necessárias à fabricação do combustível nuclear que será utilizado na recarga anual das Usinas de Angra 1 e Angra 2, ambas previstas para ocorrer em 2021. (VENTURA, 2020)²⁵.

O interesse internacional na mineração de urânio tem crescido nos últimos anos e, nesse sentido, viabilizar a flexibilização do monopólio nuclear brasileiro, no que diz respeito à pesquisa e lavra de urânio, é base para o processo de desenvolvimento do Brasil (SILVA, 2009).

²⁴ A licença concedida para a mina subterrânea da Anomalia 13, em Caetitê – BA, foi emitida em 01/07/2011 e estava válida até 15/01/2013.

²⁵ Em que pese tenha receita própria, por sua natureza, todos os recursos destinados a despesas da empresa têm de ser previstas no Orçamento da União.

Este monopólio é exercido e, ao mesmo tempo, controlado e regulamentado pela CNEN e suas “subsidiárias”²⁶. À CNEN compete estabelecer normas e conceder licença e autorização para o comércio interno e externo de substâncias minerais em que o urânio e tório ocorrem em condições sub-econômicas, decidir sobre a separação e a entrega dos elementos nucleares (urânio e tório) contido numa outra substância mineral pesquisada, lavrada ou exportada ou exigir a devolução desses elementos nucleares em forma de concentrados ou compostos químicos, ou outra forma de devolução, inclusive em moeda²⁷.

Dessa forma, a legislação atual que trata das atividades nucleares, sob regime de monopólio, gera entraves, inclusive, para o minerador comunicar a União sobre a presença de urânio ou tório associado ao seu depósito mineral, mesmo quando a quantidade de mineral nuclear é pequena o bastante para justificar a inclusão desse depósito no regime de monopólio. Assim, a União vem perdendo urânio que, ou é exportado em associação com outro bem mineral, ou vai para os depósitos de rejeitos e acarreta ainda um alto risco ambiental.

No caso do minério de urânio, a regulação e o licenciamento diferem dos minérios não nucleares. Enquanto as atividades de mineração são tratadas pela Agência Nacional de Mineração (ANM), no caso do minério nuclear, a responsabilidade de regulação e licenciamento cabe à CNEN²⁸, que atua em todas as etapas do ciclo do combustível.

A CNEN domina o conhecimento do licenciamento radiológico e de proteção radiológica, mas não tem corpo técnico suficiente, expertise e procedimentos adequados para licenciar a atividade de lavra e dos depósitos de rejeitos. Esse fato fica claro quando consideramos a Ação Civil Pública que ensejou a atuação Ministério Público Federal (MPF) em relação à barragem de rejeitos da antiga mina de urânio da INB em Caldas (NF nº 1.22.013.000172/2019-30). Foi apurado que a norma da CNEN que regulamenta a segurança das barragens de rejeitos nucleares possui quase 40 anos de existência, encontrando-se tecnicamente desatualizada. Além da defasagem regulatória, verificou-se, ainda, que a CNEN não conta com recursos humanos e estrutura necessária para a execução das obrigações impostas pelo seu próprio instrumento normativo. Assim, fica claro que a CNEN enfrenta sérias dificuldades para exercer as suas competências de órgão regulador e licenciador, no caso de pesquisa e lavra de minérios nucleares.

²⁶ Lei 6.189/74, arts. 1º e 2º, inciso IV, alíneas c, d, e, e f; inciso IX, alínea c, na redação introduzida pela Lei 7.781/89.

²⁷ Lei 6.189/74, arts. 6º e 17, com nova redação dada pela Lei 7.781/89, art. 2º, inciso IX, alínea c.

²⁸ Tal divisão de responsabilidades se deve ao enquadramento na Lei nº 7.781, de 27 de junho de 1989 (BRASIL, 1989).

Aí reside a dificuldade para o licenciamento da atividade de lavra subterrânea da INB em Caetité e nos casos da segurança de barragens de rejeitos, como é o caso da mina inativa de urânio de Caldas.

Mas os impactos das questões de governança no licenciamento ultrapassam resultados imediatos e limitados no tempo. Em virtude das dificuldades enfrentadas pela CNEN para licenciar a lavra subterrânea da mina Cachoeira em Lagoa Real, especialmente pela presença de radônio²⁹, a INB precisou alterar o seu planejamento, iniciando o processo de licenciamento da Mina do Engenho. Contudo, em consequência do longo tempo gasto nos processos de licenciamento, essa alteração no planejamento da INB custou ao Brasil a interrupção da atividade de mineração de urânio que se estende até os dias atuais.

Muitas dessas questões estão sendo verificadas pelos diversos Grupos Técnicos no âmbito do CDPNB, principalmente no GT-10, criado com a proposta de dinamizar a área regulatória do Setor Nuclear.

Atualmente, a separação da área regulatória da CNEN encontra-se em estudo no GT-5 do CDPNB. Os rumos apontam para uma futura criação da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), que deverá abrigar o atual Departamento de Radioproteção e Segurança Nuclear como embrião do novo órgão (IPEN, 2020).

3.2. GOVERNANÇA E REGULAÇÃO NA MEDICINA NUCLEAR

Outra questão de governança que urge ser endereçada é a relativa à produção de radiofármacos utilizados na Medicina Nuclear.

Usando de métodos não invasivos para fornecer informações fisiológicas ou realizar tratamentos terapêuticos empregando radiofármacos, a Medicina Nuclear emprega radioisótopos nas atividades de diagnóstico, representando cerca de 95% do mercado, e nas atividades terapêuticas, que representam os cerca de 5% restantes.

Os radiofármacos são compostos, sem ação farmacológica, que têm na sua composição um radionuclídeo, e são utilizados em Medicina Nuclear para diagnóstico e terapia de várias doenças (EUROPEAN PHARMACOPEIA, 2005). Além da oncologia, essa tecnologia está presente em diversas outras áreas médicas como a cardiologia, hematologia e a neurologia. Com ela, é possível realizar diagnósticos precisos de doenças e complicações

²⁹ A atividade de mineração, pelo método de lavra subterrânea, é regulada e autorizada pela ANM. Durante a abertura de minas subterrâneas, o radônio é transportado das rochas para o interior das galerias através da circulação de ar e de águas. Esse gás nobre tem sido estudado e existe forte correlação entre câncer de pulmão e exposição a esse gás.

como embolia pulmonar, infecções agudas, infarto do miocárdio, obstruções renais e demências. Nos pacientes com câncer, em especial, é uma das melhores e mais eficientes maneiras de definir a extensão de um tumor no organismo, o que ajuda na decisão sobre qual o tratamento mais adequado para cada caso.

Atualmente, à luz da Constituição Federal, “sob o regime de permissão, são autorizadas a produção, comercialização e utilização de radioisótopos de meia-vida igual ou inferior a duas horas” (BRASIL, 1998), conforme redação dada pela Emenda Constitucional nº 49, de 2006.

Apenas uma pequena parcela dos materiais radioativos foi tocada pela EC nº49/2006, mais especificamente aqueles cuja pequena duração de sua meia vida inviabilizava o transporte a grandes distâncias, demandando que a fonte produtora fosse instalada próxima aos serviços de medicina consumidores, a exemplo da fluordesoxiglicose-18 (FDG-18), radiofármaco utilizado no diagnóstico de neoplasias, doenças cardiológicas e doenças neurológicas, que tem em sua composição o Flúor-18, radioisótopo com meia-vida de aproximadamente 2 horas.

Desta forma, o Estado continua sendo o principal fornecedor de radiofármacos. O IPEN é o grande fabricante de radiofármacos, sendo responsável pela fabricação de 38 deles (KASSENOVA *et al*, 2020).

Ainda, os reatores de pesquisa existentes, hoje, no País, não produzem o molibdênio-99 (Mo-99), utilizado para fazer o Tc-99m, radioisótopo que corresponde a 80% de todos os procedimentos de medicina nuclear no Brasil, deixando o Brasil completamente dependente de importações, ficando submetido à disponibilidade e ao preço apresentado pelo fornecedor (KASSENOVA *et al*, 2020).

A flexibilização do monopólio possibilitou o desenvolvimento tecnológico nacional na área da saúde (Figura 3). O número de ciclotrons produtores do 18F-FDG e, conseqüentemente, a quantidade de clínicas de medicina nuclear que realizam a tomografia por emissão de pósitrons associada à tomografia computadorizada (PET-CT) com esse radiofármaco cresceram após a aprovação dessa Emenda. Ainda, manteve o controle da CNEN sobre a atividade, onde a adoção do regime de permissão favoreceu a atuação daquela Comissão, ao permitir a revogação unilateral do contrato pelo poder cedente.

Figura 3 – Ciclotrons Brasileiros produtores de FDG e Clínicas com Equipamento Positron Emission Tomography – Computed Tomography (PET-CT)



Por um lado, podemos dizer que se trata de um exemplo de sucesso de ajuste legislativo, que tornou mais acessível a realização de exames de tomografia em clínicas especializadas, distribuídas em todo o território nacional. Por outro, não resolve o problema. A oferta de radioisótopos não atende a demanda nacional (CNEN, 2016) e, ainda hoje, apenas uma pequena parcela da população brasileira é atendida nas clínicas de medicina nuclear. A assimetria entre a disponibilidade dos serviços de medicina nuclear para o Sistema Único de Saúde e para a Saúde Complementar ainda é gigantesca: apenas 6% são públicos (VILLELA, 2016).

Dessa forma, considerando a necessidade de atendimento da população brasileira quanto aos procedimentos médicos de diagnóstico e terapia, é necessário que ações corretivas sejam integradas, envolvendo iniciativas tanto públicas quanto privadas.

Projetos legislativos e propostas de emendas constitucionais tem sido analisadas e apoiadas pelo Poder Executivo com objetivo de ampliar a flexibilização do monopólio da União na produção de todos os radioisótopos para fins médicos, facultando a entes não governamentais a produção de radiofármacos para diagnósticos e tratamentos médicos, e conseqüentemente, ampliando o acesso dos brasileiros aos benefícios proporcionados pela medicina moderna, como é o caso da Proposta de Emenda Constitucional nº 517/2010, da Câmara dos Deputados, descrita na próxima seção.

O CDPNB recebe informações de todas as áreas do Setor Nuclear e está sensível aos problemas que ocorrem, como os citados aqui, que se tornaram objetos de estudo em GT especialmente instituídos para tal.

A próxima seção irá apresentar as conclusões dos principais GT que estudaram os assuntos aqui elencados.

4 OPORTUNIDADES DE APRIMORAMENTO DOS MARCOS REGULATÓRIOS DO SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

As autoridades brasileiras estão hoje diante de uma oportunidade sem precedentes de melhorar a eficiência dos processos regulatórios que regem o Setor Nuclear à medida que novos agentes passam a integrá-lo, e um novo ciclo de desenvolvimento tecnológico se inicia, graças aos dois principais projetos atualmente em desenvolvimento – o do submarino de propulsão nuclear e o reator multipropósito brasileiro (KASSENOVA *et al*, 2020, p. 5).

4.1. FLEXIBILIZAÇÃO DO MONOPÓLIO DA PESQUISA E LAVRA DE MINERAIS NUCLEARES E DINAMIZAÇÃO DA MINERAÇÃO DO SETOR

Ciente dos impasses e das implicações decorrentes dos efeitos adversos do monopólio, o CDPNB decidiu por criar o Grupo Técnico 2 (GT-2), em outubro de 2017, para analisar a conveniência da flexibilização do monopólio da União na pesquisa e na lavra de minerais nucleares.

O GT-2 verificou que a União se limita a manter as jazidas conhecidas em seu domínio, sem promover investimentos necessários tanto para a prospecção desses minérios no território nacional, quanto para o desenvolvimento de novos projetos para seu aproveitamento. Trata-se de enorme oportunidade de desenvolvimento, pois além do grande potencial de depósitos de minério nuclear – como minério principal –, existem muitos outros, onde o urânio e o tório ocorrem como subprodutos, coprodutos, ou, ainda, são encontrados nos resíduos da atividade de mineração, que assim passam a constituir uma fonte econômica potencial para a obtenção desses minérios nucleares.

Assim, ao final das suas atividades esse grupo recomendou a flexibilização do monopólio nuclear na pesquisa e na lavra de minérios nucleares.

Em continuidade, em julho de 2018, o CDPNB instituiu o GT-6, com o propósito de dinamizar a pesquisa e a lavra de minérios, voltadas para o Setor Nuclear brasileiro.

O GT-6 estudou diferentes formas de flexibilização do monopólio, por meio de Proposta de Emenda à Constituição (PEC) e, no âmbito infraconstitucional, por meio da atualização do arcabouço legal.

O objetivo principal foi atrair investimentos privados para a pesquisa e a lavra de minérios nucleares. Há tempos, o Estado vem propiciando uma maior participação privada na prestação de serviços públicos e na exploração de recursos naturais. Os motivos para esta inserção são os mais diversos, como a atração do capital, a transferência de tecnologias, divisão de riscos etc.

A atividade de mineração requer investimentos vultosos e, considerando o cenário atual de dependência do Tesouro Nacional (TN) e restrição orçamentária da INB, a atração de investimentos privados foi considerada fundamental para o atendimento da demanda interna por minérios nucleares e para gerar novos negócios, que permitirão à INB se tornar independente do TN.

Da mesma forma, o GT também construiu propostas para tratar de outros entraves que dificultam a dinamização da mineração de urânio em território nacional, como o incentivo aos mineradores para informarem sobre a presença de elementos nucleares nos seus projetos de mineração.

Ainda, o GT propôs a inclusão da ANM na regulação e autorização da pesquisa e da lavra de minérios nucleares, de modo a criar um ambiente regulatório para o desenvolvimento de parcerias, de maneira familiar àquele já conhecido pelas empresas de mineração.

4.2. FLEXIBILIZAÇÃO DO MONOPÓLIO NA PRODUÇÃO DE RADIOFÁRMACOS

O monopólio da produção de radiofármacos remonta à Constituinte de 1988, que teve seus pilares nucleares baseados na percepção de risco do acidente com Césio-137 em Goiânia. Tal percepção fez com que o Governo Federal assumisse toda a responsabilidade no assunto, resultando no monopólio Estatal sobre os assuntos nucleares. Mesmo com a nova redação dada pela EC nº 49, há, ainda, no Brasil, demanda reprimida por radiofármacos, dependência de importações e uma assimetria grande entre o alcance desses materiais ao SUS e ao Sistema Complementar de Saúde.

O GT-3 do CDPNB objetivou analisar a conveniência de ampliar a flexibilização do monopólio da União na produção de radiofármacos. Esse grupo, composto por representantes de onze ministérios e órgãos que atuam nas diversas áreas do Setor Nuclear Brasileiro e da

medicina, analisou as questões relativas ao monopólio nuclear e a evolução da legislação sobre as aplicações médicas da tecnologia nuclear ao longo do tempo.

O grupo técnico constatou que, de maneira geral, a produção pública de radiofármacos de meia vida maior que duas horas não é suficiente para atender à demanda nacional. Atualmente, apenas uma parcela da população brasileira é atendida pela estrutura e recursos de radiofármacos existentes para exames e tratamentos. Ainda na sua avaliação do setor, o grupo observou que o processo de industrialização dos radiofármacos de meia vida longa é totalmente realizado por agente público, no caso o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), localizado em São Paulo, SP. Essa dependência por um único produtor/fornecedor somado à necessidade de disponibilidade de logística de distribuição aérea altamente estruturada põe em risco o atendimento realizado em todo o País, considerando que esses insumos não podem compor estoques devido a sua meia-vida.

Por fim, os membros do GT-3 decidiram por submeter à apreciação do Coordenador do CDPNB, a proposta de acompanhamento da tramitação e apoio à aprovação da PEC nº 517/2010, que dá nova redação à CF-88 e autoriza a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos para a pesquisa e uso médicos, considerado o estágio avançado da tramitação dessa junto ao Poder Legislativo.

Do seu relatório final, destaca-se a decisão pelo apoio à PEC 517/2010, que dá nova redação à CF-88 e autoriza a produção, a comercialização e a utilização de radioisótopos para a pesquisa e uso médicos.

A PEC 517/2010 atinge o propósito ao ampliar a flexibilização da produção de radioisótopos para fins médicos, incluindo aqueles com meia vida superior a duas horas, facultando aos entes não governamentais sua participação nessa área, a exemplo do que aconteceu com a Emenda Constitucional nº 49/2006. Com essa ampliação, o aumento da produção de radiofármacos, bem como da oferta dos serviços de medicina nuclear no País, aumentará o acesso aos procedimentos diagnósticos e terapêuticos e trará melhoria da qualidade de vida para a população brasileira.

Em *ralentir* na Câmara dos Deputados desde 2013, a PEC 517/2010 tenta retornar à Ordem do Dia, com esforço conjunto do Poder Executivo³⁰.

Sob a ótica do Desenvolvimento e Segurança Nacionais, destaca-se que, desde 2009, o Brasil enfrenta dificuldades de abastecimento de alguns radioisótopos, os quais são utilizados em cerca de 80% dos procedimentos adotados pela medicina nuclear. Essa dificuldade de

³⁰ <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=484645>

abastecimento teve início quando o reator canadense, responsável por 40% da produção mundial e por toda a demanda brasileira, parou de funcionar. O Brasil diversificou os fornecedores, mas ficou evidente nossa dependência para suprir seus hospitais e clínicas com esse insumo básico (KASSENOVA *et al*, 2020).

Dessa forma, considerando a necessidade de atendimento da população brasileira quanto aos procedimentos médicos de diagnóstico e terapia, é necessário que ações corretivas sejam integradas, envolvendo iniciativas tanto públicas quanto privadas.

De modo a garantir a autossuficiência na produção de radiofármacos, faz-se necessária a ampliação da flexibilização do monopólio estatal hoje em vigor. Atualmente, por exemplo, o molibdênio-99 (Mo-99) não é produzido no Brasil, sendo completamente dependente do mercado internacional (KASSENOVA *et al*, 2020).

Neste ponto, o RMB irá colocar o País em uma situação mais confortável, por atender a demanda nacional de radioisótopos, de maneira especial a de Mo-99, acabando com a dependência internacional e podendo compor sua produção, de acordo com o que acontece no mercado privado de radioisótopos, podendo, inclusive, exportar a produção excedente (KASSENOVA *et al*, 2020).

O RMB será capaz de produzir os radioisótopos que o Brasil hoje necessita, sendo que grande parte deles são importados atualmente, reduzindo assim os riscos de desabastecimento e diminuindo os custos para produção dos radiofármacos e realização de exames. Isso significa melhores condições para investimento na área médica com consequente ampliação do atendimento da medicina nuclear, tornando-se acessível nos diversos níveis de nossa população.

Com o RMB, além de o país atingir a autossuficiência no setor, o desenvolvimento de novos radiofármacos será possibilitado, ampliando o tratamento de um maior número de doenças para uma quantidade maior de pessoas e a um custo muito menor.

Pensando na importância do RMB para o País, especialmente para a produção de radiofármacos e seu impacto na Medicina Nuclear praticada no Brasil, o CDPNB instituiu o Grupo Técnico 4, sob coordenação do Ministério da Saúde, incumbido de estudar e apresentar uma proposta de Estratégia Nacional de Expansão da Medicina Nuclear, compreendendo ações e diretrizes nas áreas regulatórias, de capacitação de pessoal, fomento à produção de radiofármacos, infraestrutura e desenvolvimento tecnológico, entre outros aspectos.

O GT-4 teve a missão de tratar da grave assimetria no acesso da população aos serviços de medicina nuclear para tratamento e diagnóstico de doenças, como o câncer. Atualmente a maior parte dos serviços de medicina nuclear não são oferecidos pela SUS, o

que penaliza, fortemente, a população mais pobre e vulnerável do País. Além disso, grande parte dos atendimentos são concentrados nas regiões Sul e Sudeste.

Todos esses fatores foram considerados na elaboração da Estratégia Nacional de Expansão da Medicina Nuclear, que deve ser publicada por Decreto Presidencial e terá a finalidade de nortear as ações dos *stakeholders* e estabelecer objetivos e diretrizes para promover a ampliação do acesso da população brasileira, aos serviços de medicina nuclear para diagnóstico e tratamento de doenças, em todo o território nacional.

Durante os trabalhos do GT-4 foi assinado um Acordo de Cooperação entre a Amazul³¹ e o Ministério da Saúde, tendo como objeto o desenvolvimento de ações voltadas para análise da viabilidade do desenvolvimento do empreendimento do Reator Multipropósito Brasileiro, com ênfase na produção de radiofármacos, a serem fornecidos ao MS a preço de custo (IPEN,2019).

4.3. GT-10 DO CDPNB: DINAMIZAR A ÁREA REGULATÓRIA DO SETOR NUCLEAR

Ao longo das discussões, no âmbito dos diversos grupos técnicos do CDPNB, uma questão ficou bem clara: a área regulatória e o licenciamento dos entes reguladores apresentam diversos entraves para o desenvolvimento das atividades do setor nuclear brasileiro.

Com objetivos bastante ambiciosos, foi criado o Grupo Técnico 10, com o propósito de dinamizar a área regulatória para o desenvolvimento do setor nuclear Brasileiro.

Esse grupo multidisciplinar, composto por dezesseis instituições públicas e representantes de cinco associações ligadas ao setor nuclear tem trabalhado para mapear os entraves mais importantes e construir propostas de solução.

Para a consecução dos trabalhos, o GT-10 foi dividido em 4 subgrupos, separando os assuntos por áreas temáticas, na tentativa de mapear as questões que impedem ou atrapalham o desenvolvimento do Setor:

- Subgrupo 1: insumos radioativos, medicina nuclear e radioterapia, sob coordenação da CNEN;
- Subgrupo 2: pesquisa e lavra de minérios nucleares, sob coordenação do INB;

³¹ A Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. – AMAZUL – foi constituída em 2013 com o objetivo de promover, desenvolver, transferir e manter tecnologias sensíveis às atividades do Programa Nuclear da Marinha (PNM), do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB).

- Subgrupo 3: instalações nucleares e radioativas, sob coordenação do IPEN; e
- Subgrupo 4: órgãos reguladores, sob coordenação do GSI/PR.

Em fase final de confecção, as propostas construídas no âmbito do GT-10 serão consolidadas e publicadas como Decreto, transformadas em diretrizes que representam as ações mais importantes para dinamizar a área regulatória, sempre voltada para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro.

Tais propostas devem abranger as principais dificuldades apresentadas pelo Setor, seja pela demora dos processos de licenciamento, como é o caso do processo de licenciamento nuclear da mina subterrânea da Anomalia 13, da Província Uranífera de Lagoa Real já se arrasta há treze anos; pela falta de sinergia entre os órgãos reguladores e por suas diferenças de opinião; pela falta de regulamentação clara e transparente em alguns processos; pelas dificuldades logísticas da distribuição dos radiofármacos ou pelo descompasso entre a atualização dos marcos regulatórios e os avanços tecnológicos, especialmente no caso dos tratamentos de medicina nuclear e radioterapia.

No caso do licenciamento ambiental (feito pelo IBAMA) e o licenciamento nuclear (feito pela CNEN), por exemplo, o longo tempo do processo é gargalo reconhecido por todos os integrantes do Setor Nuclear. As causas são variadas, mas incluem a necessidade de tramitação de documentos em diversos órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, a falta de pessoal e de capacitação técnica, além da carência de critérios técnicos e matrizes de referência para guiar a análise do corpo regulador.

Nesse sentido, Volotão (2016) aponta a sugestão da criação de Agência Líder³² como figura central do processo de licenciamento de empreendimentos de infraestrutura no Brasil, a exemplo do que é feito nos Estados Unidos da América, trazendo racionalidade econômica e maior eficiência nesses processos.

De qualquer forma, um importante passo foi dado para promover a interação entre os entes reguladores e ainda incluir a visão dos entes regulados. Assim, é possível determinar exatamente em quais processos, etapas e assuntos há omissão ou sobreposição dos atos normativos.

³² “Concebemos a agência líder como o elemento que confere a necessária harmonia a um sistema de coordenação entre órgãos e entidades do poder públicos envolvidos em um determinado processo decisório da Administração. Em outras palavras, a agência líder é como o maestro que rege com base uma partitura (os procedimentos de cooperação interagências) a atuação dos integrantes de uma orquestra, de modo a tornar acordes e toques isolados em uma perfeita sinfonia (o ato decisório)” (VOLOTÃO, 2016, p.190).

A expectativa é que o produto final do trabalho desse grupo contribua para melhorar a visão do Estado sobre o *status* atual da regulação e do licenciamento das atividades nucleares, trazendo propostas para dinamizar o Setor como um todo e propiciar um ambiente regulatório que melhore a eficiência das atividades nucleares no País.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a identificar as oportunidades de aprimoramento do arcabouço regulatório do Setor Nuclear Brasileiro e apresentar sugestões de alterações, de maneira a catalisar o Desenvolvimento, a Segurança e a Defesa Nacionais.

Olhando o caleidoscópio da Política Nuclear Brasileira, vemos um Setor Nuclear de característica difusa e complexa, com ampla transversalidade, onde os elementos constantes orientam os principais programas e projetos em andamento. As relações e a importância de cada um evoluem com o tempo, mas observa-se que, também pelas próprias características do Setor Nuclear Brasileiro, são interdependentes.

Não bastasse se tratar de parcela importante da Segurança Energética Brasileira, a energia nuclear transcende a divisão entre o desenvolvimento e a defesa, entre o civil e o militar. Assim, fortalecer o Setor Nuclear é, por si só, investir na Segurança, no Desenvolvimento e na Defesa Nacionais. E a interdependência intrínseca às atividades do Setor Nuclear torna o processo em um círculo, que pode se tornar virtuoso ou vicioso, dependendo do giro do caleidoscópio.

É neste cenário que opera o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, órgão palaciano que busca unir os diversos *stakeholders* no mais alto nível de decisão, estudando as principais questões que afetam o Setor Nuclear e o Programa Nuclear Brasileiro e que, desde sua criação, vem transformando a Governança Nuclear Brasileira.

Dentre os objetos de estudo dos diversos Grupos Técnicos no âmbito do Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, os que trataram sobre Mineração Nuclear e sobre Medicina Nuclear verificaram que o monopólio da União em todas as atividades nucleares impactava negativamente o desenvolvimento do Setor.

Mesmo sendo detentor de uma das maiores reservas de urânio no mundo, o Brasil vem importando o minério nuclear desde 2014, esbarrando em entraves relativos ao processo de licenciamento, sem capacidade de absorver e exercer o monopólio que lhe foi garantido por lei. O impacto negativo desta situação transcende a questão de desenvolvimento nacional, porquanto sem energia não há desenvolvimento. Mas segue para colocar em xeque também a

segurança nacional, uma vez que, também pelas restrições impostas pelo monopólio e os constrangimentos que sofrem os entes estatais pela legislação do País, o fornecimento do combustível nuclear para as usinas de Angra 1 e Angra 2 pode ficar comprometido para 2021. Caso se concretize tal cenário, o Brasil terá de recorrer às usinas termoeletricas, aumentando o custo da energia em cifras correspondentes a R\$1,4 bilhão por ano.

A medicina nuclear no Brasil se encontra em situação parecida. Incapaz de produzir os radiofármacos em quantidade e qualidade necessárias ao atendimento da demanda no País, o Brasil recorre à importação desses produtos, ficando praticamente dependente do mercado externo. O pouco fôlego existente na área se dá no caso dos radioisótopos com meia-vida inferior a duas horas, cuja flexibilização do monopólio foi garantida com a redação dada pela EC nº 49, em 2006. Essa primeira e única experiência de flexibilização do monopólio da União nas atividades nucleares propiciou uma melhora significativa no investimento em tecnologia no setor e na capacidade de atendimento à sociedade, com o surgimento de produtores de FDG-18 em diversas partes do Território Nacional.

Desta forma, em consonância com os resultados dos trabalhos dos Grupos Técnicos que estudaram essas questões, há a premente necessidade de alteração na legislação brasileira, mormente na Constituição Federal, de maneira a flexibilizar esse monopólio, permitindo a participação privada nessas áreas pontuais.

Ao assim fazer, na área de mineração, o Brasil poderá vir a usufruir de sua vasta reserva uranífera, atendendo a demanda interna e se tornando um ator importante no mercado internacional, comercializando seu excedente. Na área da medicina nuclear, trata-se da possibilidade de aumentar o acesso da população aos serviços e tratamentos aos quais, hoje, não alcançam.

Neste ponto, o Reator Multipropósito Brasileiro mostra sua relevância: com ele, o Brasil irá ganhar independência do mercado externo, podendo atender, de maneira suficiente, sua demanda interna e, também, ingressar no mercado de exportação para a produção excedente.

Nestes exemplos, que cobrem apenas uma pequena parte do Setor Nuclear, pode-se observar o caleidoscópio em ação, mas também perceber que a interdependência entre os elementos pode ser transformada em fator de força, pois o efeito positivo em um ponto do círculo que se quer virtuoso arrasta e é multiplicador.

Retomar a atividade de mineração nuclear, assim como concluir o empreendimento do RMB, dá independência ao País, atrai investimentos externos e desenvolve tecnologia. Angra 3 usufrui dos efeitos positivos desse círculo virtuoso e traz ganho de escala para a produção de equipamentos e, principalmente, para a fabricação do elemento combustível,

impulsionando o País para a consecução do estabelecimento no Brasil de todo o ciclo do combustível nuclear.

Não obstante, ainda restam, como questões de governança, os morosos processos de licenciamento para as atividades nucleares, envolvendo entes das diversas esferas governamentais, com um ambiente de cooperação interagência ainda longe do ideal, e que carecem de diretrizes e referências que norteiem o corpo regulador multisetorial. Neste sentido, sugere-se a adoção de um modelo de governança com base no estabelecimento da figura da “Agência Líder”, trazendo racionalidade econômica, celeridade e harmonia ao sistema, ao mesmo tempo em que traz praticidade e melhor serviço ao utilizador.

É impressionante o poder que pode advir desse caleidoscópio nuclear, e essas mudanças regulatórias trariam notáveis ganhos para o Setor Nuclear, de importância estratégica para o País, catalisando o Desenvolvimento, a Segurança e a Defesa nacionais.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, B. **Declaração de S.E. Bento Albuquerque**. 63ª Conferência Geral da AIEA, Seção Plenária. Viena, 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/20182/4f8ab7ea-d75a-e9b9-9a7f-6c3b3099a4b3>> Acesso em: 15 jul. 2020.

BANCO MUNDIAL. **Relatório Anual 2017**. Washington, DC: Banco Mundial. 87 p., 2017.

BRASIL. Introdução ao Livro Branco sobre o Programa Nuclear do Brasil. 01 mar. 1977. Brasília, 1977. Disponível em: <<http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/presidencia/ex-presidentes/ernesto-geisel/discursos/1977/06.pdf>>. Acesso em 20 set. 2020.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 out. 1988. Brasília, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em 1 mai. 2020.

BRASIL. Decreto nº 1.065, de 24 de fevereiro de 1994. Promulga o Acordo entre a República Federativa do Brasil a República Argentina a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) para a Aplicação de Salvaguardas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1065.htm> Acesso em: 1 mai. 2020.

BRASIL. Decreto nº 2.864, de 7 de dezembro de 1998. Promulga o Tratado sobre Não-Proliferação de Armas Nucleares, assinado em Londres, Moscou e Washington, em 1º de julho de 1968. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 8 dez. 1998.

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. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 23 nov. 2017. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Decreto nº 9.600, de 5 de dezembro de 2018. Consolida as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 6 dez. 2018. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Decreto nº 9.828, de 10 de junho de 2019. Dispõe sobre o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 jun. 2019. Seção 1, p. 3.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Defesa 2012**. END-2012. Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/arquivos/estado_e_defesa/END-PND_Optimized.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2020.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022**. 2016. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2020.

BRASIL. Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. Dispõe sobre a política nacional de energia nuclear, cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 19 set. 1962. p. 9701.

BRASIL. Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974. Altera a Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a Lei nº 5.740, de 1 de dezembro de 1971, que criaram, respectivamente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN, que passa a denominar-se Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 17 dez. 1974.

BRASIL. Lei nº 7.781, de 27 de junho de 1989. Dá nova redação aos artigos 2º, 10 e 19 da Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 28 jun. 1989.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030** – Geração Termonuclear. Brasília: MME/EPE, 2007. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>>. Acesso em: 17 jul. 2020.

EUROPEAN PHARMACOPEIA 5th Ed, Council of Europe. Strasbourg: EDQM, 2005. p. 578

FGV PROJETOS - Fundação Getúlio Vargas Projetos. **O Futuro Energético e a Geração Nuclear**. n. 19. 2013. Disponível em: <<http://fgvprojetos.fgv.br/publicacao/o-futuro-energetico-e-geracao-nuclear>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

FERREIRA, Eduardo. Entrevista com o Almirante de Esquadra Eduardo Bacellar Leal Ferreira, Comandante da Marinha. **Brasil Nuclear**. Ano 25. Número 49. Dezembro de 2018.

GUARDIA, E. **RMB: em 2018, autossuficiência na produção de radioisótopos**. In: Brasil Nuclear - Informativo da Associação Brasileira de Energia Nuclear, ano 19, n. 40, 2013. Disponível em: <<http://www.aben.com.br/Arquivos/48/48.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

IFAC – International Federation of Accountants; CIPFA – The Chartered Institute of Public Finance & Accountancy. **International Framework: Good Governance in the Public Sector**. 2014. Disponível em: <<https://www.ifac.org/knowledge-gateway/contributing-global-economy/publications/international-framework-good-governance-public-sector>>. Acesso em: 04 mai. 2020

INB - Indústrias Nucleares do Brasil. **Plano Estratégico 2017-2026**. 2017.

INB - Indústrias Nucleares do Brasil. **Aviso de Abertura CCI. GESUP.F 1.005/2019**. 2019 Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Acesso-à-Informação/Licitacoes-e-Contratos/Avisos/Detalhe/Conteudo/aviso-de-abertura-cci-gesupf-10052019/Origem/1022>>. Acesso em: 01 AGO. 2020

INB - Indústrias Nucleares do Brasil. **Mineração de Urânio: compromisso com a segurança e a população**. 2019. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Detalhe/Conteudo/mineracao-de-uranio-compromisso-com-a-seguranca-e-a-populacao/Origem/593>>. Acesso em: 01 mai. 2020

INB - Indústrias Nucleares do Brasil. **Nossas Atividades**. 2020 Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades>>. Acesso em: 01 mai. 2020

INB - Indústrias Nucleares do Brasil. **Recursos**. 2020a Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Urânio/Recursos>>. Acesso em: 01 mai. 2020

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. **Comitê de desenvolvimento tira da CNEN as atividades regulatórias do Programa Nuclear Brasileiro**. 2019 Disponível em: < https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=12135>. Acesso em: 28 set. 2020

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. **É preciso expandir quadros da CNEN, afirma diretor do órgão**. 2020 Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=14876>. Acesso em: 28 set. 2020

KASSENOVA, T. **O Caleidoscópio nuclear do Brasil: uma identidade em evolução**. Carnegie Endowment for International Peace. 111 p., 2014.

KASSENOVA, T.; FLORENTINO, L. P.; SPEKTOR, M. **Prospects for Nuclear Governance in Brazil**. Fundação Getúlio Vargas, FGV. 152 p., 2020.

MME – Ministério das Minas e Energia. **CPPI aprova relatório para a continuidade da Usina de Angra 3**. 10 jun. 2020. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/pdAS9IcdBICN/content/cppi-aprova-relatorio-para-a-continuidade-da-usina-de-angra-3>. Acesso em: 11 jun. 2020

MME – Ministério das Minas e Energia. **Potencial de Recursos Energéticos no Horizonte 2050**. 2018. Nota técnica PR 04/18. set. 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/relatorio-do-pne-2050/-/document_library_display/bGHIG0XSkBz4/view_file/478452?_110>. Acesso em: 18 jul. 2020.

MME – Ministério das Minas e Energia. **Nota de Esclarecimento sobre Angra 3**. 22 jan. 2019. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/web/guest/todas-as-noticias/-/asset_publisher/pdAS9IcdBICN/content/nota-de-esclarecimento-sobre-angra-3>. Acesso em: 11 jun. 2020

PIRES, F.R.M. 2012. **Urânio no Brasil, geologia, jazidas e ocorrências**. 1a Ed. Rio de Janeiro: editora Vitruva Comunicação/ Eletronuclear. 264p. ISBN 978-85-66024-01-2.

SILVA, L.F. 2009. **A mineração de urânio no Brasil e o antagonismo entre o monopólio estatal e a função social da propriedade**. Uma abordagem jurídico-geológica com vistas à participação da iniciativa privada. Monografia de especialização em sistemas minero-metalúrgicos. Universidade Federal de Ouro Preto: UFOP-Fundação Gorceix. 87 p.

VENTURA, Manoel. Sem combustível: Usinas nucleares podem parar em 2021 e gerar custo extra de R\$ 1,4 bi na conta de luz. **O Globo**, Rio de Janeiro, 10 jul. 2020.

VILLELA, Flávia. Só 6% dos serviços de medicina nuclear são públicos, diz associação. **Agência Brasil**, São Paulo, 13 nov. 2016. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-11/so-6-dos-servicos-de-medicina-nuclear-sao-publicos-diz-associacao>>. Acesso em: 27 set. 2020

VOLOTÃO, R. A.. Assimetria Regulatória das Atividades Nucleares no Brasil. **Publicações da Escola da AGU: Direito, Gestão e Democracia**, v. 38, p. 145-167, 2015.

VOLOTÃO, R. A. **O processo de licenciamento de empreendimentos de infraestrutura no Brasil**: estudo de caso da intervenção ambiental no setor elétrico. 2016. Dissertação: Escola de Direito do Rio de Janeiro da Fundação Getúlio Vargas.