

Relatório de Avaliação

Política Nuclear

CONSELHO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

COMITÊ DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE GASTOS DIRETOS

Ciclo CMAP
2022

Política avaliada
Política Nuclear

Coordenador da avaliação
Controladoria-Geral da União (CGU)

Executores da avaliação
Controladoria-Geral da União (CGU)
Secretaria de Orçamento Federal (SOF/MPO)
Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL/UFRJ)

Supervisor da avaliação
DMAP/SMA/MPO

Assessoria técnica
Escola Nacional de Administração Pública (Enap)

Informações:
Diretoria de Monitoramento e Avaliação para o Aperfeiçoamento
das Políticas Públicas (DMAP)

Home Page:
https://bit.ly/_Cmap

É permitida a reprodução total ou parcial do conteúdo
deste relatório desde que mencionada a fonte.

Lista de siglas e abreviaturas

- ABEN – Associação Brasileira de Energia Nuclear
- ABACC – Agência Brasileiro Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares
- ADS – Avançados Críticos e Sistemas Subcríticos
- AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica
- ANSN – Autoridade Nacional de Energia Nuclear
- ANM – Agência Nacional de Mineração
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CBTN – Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear
- CENTENA – Implantação do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental
- C&T – Ciência & Tecnologia
- CDTN – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
- CGU – Controladoria-Geral da União
- CDPNB – Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro
- CDTN – Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
- CRCN – Centro Regional de Ciências Nucleares
- CMAP – Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
- CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa
- COG – Grupo de Proprietários de CANDU
- CPI – Comissão Parlamentar de Inquérito
- CTBT – Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty
- CRCN – Centro Regional de Ciências Nucleares
- DPD – Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN
- ELETRONUCLEAR — Eletrobrás Termonuclear S.A
- ENCTI – Estratégia Nacional de Ciência, e Tecnologia e Inovação
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- EPA05 – Lei de Política Energética de 2005
- FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
- FNDCT – Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FUNAM – Fundo Nacional de Mineração

IANTAN – Índice de Autonomia Nacional em Produtos e Serviços Derivados da Tecnologia Nuclear

IEN – Instituto de Engenharia Nuclear

INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A.

IPCA – Índice de preços no consumidor Amplo

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

IRD – Instituto de Rádio Proteção e Dosimetria

LOA – Lei Orçamentária Anual

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MME – Ministério de Minas e Energia

MTO – Manual Técnico do Orçamento

NWMO – Organização de Gerenciamento de Resíduos Nucleares

NEFA – Nuclear Energy (Financing) Act

NUCLEBRAS – Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima

NUCLEI – Nuclebrás Enriquecimento Isotópico

NUCLEP – Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.

OCNI – Organização das Indústrias Nucleares Canadenses

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PNB – Política Nuclear Brasileira

POE – Plano de Orientação Estratégica

PPA – Plano Plurianual

PWR – Potência com tecnologia de reator de água pressurizada

RAB – Regulated Asset Base

RAP – Restos a Pagar

RH – Recursos Humanos

RMB – Reator Multipropósito Brasileiro

RPNP – Restos a Pagar Não Processado

SEB – Setor Elétrico Brasileiro

SPE – Sociedades de propósito específico

SIPRON – Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro

SIOF – Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento

SMN – Serviços de Medicina Nuclear

SMR – Reatores Modulares pequenos

SOF – Secretaria de Orçamento Federal

TNP – Tratado de Não-Ploliferação Nuclear

UTC – Unidades Técnico-Científicas

UTS – Unidades de Trabalho de Separação

Lista de tabelas

Tabela 1: Indicadores de desempenho institucional para o Macroprocesso “Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicação das Radiações Ionizantes”	51
Tabela 2: Proporção de artigos versus projetos de PD&I em execução	53
Tabela 3: Profissionais especializados na área nuclear formados no Período de 2012 a 2021 ..	55
Tabela 4: Resultados da Ação 2B32 em função das metas nos PPAs 2012-2015 e 2016-2019 ..	56
Tabela 5: Distribuição de bolsas através da Ação 2B32 no período de 2012 a 2021	56
Tabela 6: Ações e Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN relacionadas com os objetivos da PNB	60
Tabela 7: Evolução do IANTN – 2020-2022	62
Tabela 8: Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN relacionadas com os objetivos da PNB	63
Tabela 9: Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN por status de autonomia tecnológica nacional	64
Tabela 10 - Ações orçamentárias do PPA 2020-2023 no âmbito da CNEN	125

Lista de quadros

Quadro 1 - Questões de avaliação e executores.....	14
Quadro 2 - Leis e decretos regulamentando instituições do setor nuclear brasileiro.....	19
Quadro 3: Desempenho do PPA 2000-2003 (R\$ milhão).....	31
Quadro 4: Desempenho dos PPAs 2004 – 2007 e 2008 – 2011 (R\$ milhão)	33
Quadro 5: Desempenho Financeiro dos Objetivos do Programa Política Nuclear – PPA 2012 – 2015 (R\$ milhão)	34
Quadro 6: Desempenho Financeiro dos Objetivos do Programa Política Nuclear – PPA 2016 - 2019 (R\$ milhão)	36
Quadro 7: Execução Orçamentária do PPA 2020 - 2023 do Programa Nuclear (R\$).....	37
Quadro 8: Execução Orçamentária da Ação 20UX dos PPAs de 2012 a 2023 (R\$ mil)	39
Quadro 9: Resultado dos produtos dos POs permanentes.....	40
Quadro 10: Regionalização da Meta: Aumentar/Ampliar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos	44
Quadro 11: Frequência de projetos de pesquisa executados na CNEN entre 2012 e 2021, por objetivos específicos da PD&I na PNB.....	48
Quadro 12: Frequência de projetos de pesquisa executados na CNEN entre 2012 e 2021, por objetivos estratégicos da PD&I na CNEN	49
Quadro 13: Ações e Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN para as quais deve-se buscar a autonomia tecnológica nacional	65
Quadro 14 - Equiparação entre os principais atores do setor nuclear brasileiro e canadense.....	113
Quadro 15 - Comparação entre stakeholders do setor nuclear do Reino Unido e suas equivalências no setor nuclear brasileiro	115
Quadro A3: Ações Não Finalísticas Inclusas nos PPAs 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2011....	117
Quadro A4: Execução Orçamentária do PPA 2000-2003 dos Programas Nucleares	117
Quadro A5: Execução Orçamentária do PPA 2004-2007 dos Programas Nucleares	119
Quadro A6: Execução Orçamentária do PPA 2012 - 2015 dos Programas Nucleares	121
Quadro A7: Execução Orçamentária do PPA 2016 - 2019 dos Programas Nucleares	122
Quadro A8: Contribuições a Organismos Nacionais e Internacionais de Cooperações Técnicas e Científicas no Setor Nuclear – 2000 a 2021	123

Lista de figuras

Figura 1 - Atores envolvidos na PNB	16
Figura 2: Síntese da Política Nuclear no PPA.....	28
Figura 3: Processo de transformação da Cooperação Internacional	41
Figura 4: Índice de Autonomia Nacional em Produtos e Serviços Derivados da Tecnologia Nuclear	42
Figura 5: Estrutura de planejamento institucional da CNEN.....	46
Figura 6: Etapas da Avaliação.....	60

Lista de gráficos

Gráfico 1: Dotação e execução orçamentária da Política Nuclear por Unidade Orçamentária - período 2000 a 2021	29
Gráfico 2: Comparativo do PPA, dotação e execução do Programa Nuclear –2000 a 2021 (R\$ Milhões).....	30
Gráfico 3: Aplicação da Produção Nuclear – Empenhos liquidados + RAP	30
Gráfico 4: Percentuais de Execução Orçamentária de cada área	32
Gráfico 5: Histórico do Orçamento da Participação em Organismos Nacionais e Internacionais – 2000 a 2021.....	41

Sumário

1	Introdução	13
2	Os Principais Atores do setor nuclear nacional.....	15
3	A experiência nacional	16
3.1	A evolução do setor nuclear brasileiro.....	18
4	O marco regulatório do setor nuclear brasileiro.....	18
4.1	A Constituição Federal de 1988	18
4.2	A Legislação infraconstitucional.....	19
4.2.1	Instituições	19
4.2.2	Segurança	22
4.2.3	Salvaguardas internacionais.....	25
5	O Programa Nuclear Brasileiro e a evolução da execução orçamentária nos Planos Plurianuais.....	27
5.1	O Programa Nuclear Brasileiro.....	27
5.2	A Política Nuclear e a execução orçamentária do PPA	27
5.2.1	A Política Nuclear e a execução orçamentária do PPA 2000-2003	31
5.2.2	As execuções orçamentárias do PPA 2004 – 2007 e do PPA 2008 - 2011	32
5.2.3	A Execução Orçamentária do PPA 2012 – 2015	33
5.2.4	A Execução Orçamentária do PPA 2016 – 2019	35
5.2.5	A Execução Orçamentária do PPA 2020 – 2023	36
5.3	A Política Nuclear e a execução orçamentária do PPA	38
5.4	O Orçamento das Cooperações Técnicas e Tratados Pacíficos Nucleares.....	40
5.5	Considerações e Conclusões sobre os Planos Plurianuais e a execução orçamentária do Programa Nuclear	41
5.5.1	As Metas do PPA	41
5.5.2	A Independência na Autonomia de Produção	42
5.5.3	A ampliação da oferta de produtos e serviços tecnológicos na área médica.....	43
5.5.4	A Regionalização.....	43
6	O Desenvolvimento da C&T nuclear brasileira e o alinhamento às diretrizes da Política Nuclear	45
6.1	O Planejamento Estratégico do Macroprocesso de PD&I para o setor nuclear	46
6.2	A seleção dos projetos de pesquisa e o alinhamento aos objetivos da PNB	47
6.3	A implementação do Macroprocesso de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o setor nuclear	49
6.3.1	Indicadores de desempenho	51
6.3.2	Resultados da execução dos Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação	53
6.4	A formação e retenção de mão de obra especializada na área nuclear.....	55

6.5	Conclusões sobre o desenvolvimento da C&T nuclear brasileira e o alinhamento às diretrizes da Política Nuclear	58
7	A contribuição da CNEN para o alcance da autonomia tecnológica na Política Nuclear e os principais desafios no curto, médio e longo prazo.	58
7.1	O desenvolvimento de atividades relacionadas aos objetivos gerais e específicos da Política Nuclear Brasileira	60
7.2	O papel da CNEN no IANTN e do desempenho desse índice no período 2020-2022 .	62
7.3	A execução das atividades desenvolvidas pela CNEN relacionadas aos objetivos da Política Nuclear	63
7.4	Mais da metade das ações são desenvolvidas com autonomia tecnológica nacional	64
7.5	Ações e Atividades para as quais a autonomia tecnológica nacional é mais vantajosa que a dependência internacional.....	64
7.6	Considerações Finais sobre a contribuição da CNEN para o alcance da autonomia tecnológica na PNB e os principais desafios	66
8	A flexibilização do monopólio da União	67
8.1	Exploração de minérios nucleares	68
8.2	Enriquecimento de Urânio	68
8.3	Geração de energia elétrica	68
8.4	Marco Legal e Institucional	69
8.5	Aspectos relevantes das experiências internacionais.....	69
9	Conclusões.....	71
	Referências bibliográficas	73
10	Apêndice A – Os Principais Atores do setor nuclear nacional.....	85
10.1	O Ministério de Minas e Energia (MME).....	85
10.2	Ministério da Ciência, Inovação e Tecnologia (MCTI)	86
10.3	A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)	87
10.4	IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares	88
10.5	CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura.....	89
10.6	Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN).....	89
10.7	Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN).....	89
10.8	Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB):.....	91
10.9	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)	91
10.10	Associação Brasileira para Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN)...	92
10.11	ABEN - Associação Brasileira de Energia Nuclear.....	92
10.12	Indústrias Nucleares do Brasil (INB)	93
10.13	Marinha do Brasil	93
10.14	Amazônia Azul Tecnologias de Defesa (Amazul).....	95
10.15	Força Aérea Brasileira (FAB)	95
10.16	Exército Brasileiro.....	96

10.17	Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A (Nuclep)	96
10.18	Eletronuclear	97
10.19	Empresa Brasileira de participações em Energia Nuclear e Binacional, (ENBPar) ..	98
Apêndice B – Detalhamento das iniciativas necessárias para a flexibilização do monopólio da União e experiências internacionais		
11	Exploração de minérios nucleares	98
11.1	Contexto:.....	98
11.2	Lei N° 14.514/2022:.....	99
11.3	Principais considerações	99
12	Enriquecimento de urânio.....	100
13	Geração de energia elétrica	102
13.1	Contexto	102
13.2	Barreiras ao financiamento	103
13.3	Propostas de flexibilização - medidas infraconstitucionais	104
13.3.1	Sociedades de Propósito Específico (SPE)	104
13.3.2	Parcerias empresariais minoritárias (<i>joint-ventures</i>)	105
13.3.3	Prestação de serviços	106
14	Marco Legal e Institucional	106
14.1	Contexto atual	106
14.2	Estruturas Organizacionais.....	108
14.2.1	Implementação da ANSN	108
14.2.2	Fortalecimento da INB	109
14.3	Medidas Constitucionais	109
15	Aspectos relevantes das experiências internacionais.....	112
Anexo I – Quadros relacionados aos Planos Plurianuais e a Execução Orçamentária da Política Nuclear		
Anexo II – Quadros as ações e atividades desempenhas pela CNEN.....		

1 Introdução

O setor nuclear no Brasil desempenha um papel importante na matriz energética do país. Além da produção de energia elétrica, o setor abrange outras áreas estratégicas, como a medicina nuclear, na qual o país se destaca na produção de radioisótopos utilizados em diagnósticos e tratamentos médicos. Esses radioisótopos são produzidos em reatores nucleares, como o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), que está em construção e será uma importante ferramenta para a pesquisa científica e o desenvolvimento de tecnologias nucleares.

Outro fator de importância do setor nuclear é o atual contexto de preocupações com as questões ambientais e climáticas. A energia nuclear é considerada uma fonte de energia limpa devido à sua baixa emissão de gases de efeito estufa durante a geração de eletricidade. As usinas nucleares não emitem dióxido de carbono (CO₂) ou outros poluentes atmosféricos associados à queima de combustíveis fósseis, como carvão e gás natural. Em que pese as questões que envolvem a gestão segura e adequada dos resíduos nucleares e a preocupação com a segurança nuclear, o setor é considerado estratégico para o alcance de metas de produção de energia com menor impacto ambiental. E é no bojo da atual discussão e priorização das questões ambientais, e do papel estratégico que o setor nuclear desempenha para o alcance de um desenvolvimento mais sustentável, que a presente avaliação é desenvolvida em atendimento à demanda do Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas – CMAP

O foco desta avaliação é a Política Nuclear Brasileira. Como objetivo principal, o trabalho busca identificar as limitações e as soluções para o atingimento dos objetivos da Política Nuclear Brasileira (PNB), por meio da análise do atual cenário das atividades de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia nuclear, com o objetivo de evidenciar os principais desafios do setor e propor soluções que possibilitem atingir os objetivos da PNB.

De acordo com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) vigente, e que constitui o documento de orientação estratégica de médio prazo para a implementação de políticas públicas na área de CT&I, a pesquisa nuclear tem importante papel na diversificação da matriz energética nacional, além de aplicações de sua tecnologia na indústria, saúde e agricultura, que demandam, continuamente, a realização de pesquisas científicas e tecnológicas.

O Decreto nº 9.600 de 5 de dezembro de 2018, que consolida as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira, estabelece como princípios da PNB o uso pacífico da tecnologia nuclear, o respeito às convenções, acordos e tratados dos quais o Brasil seja signatário, o domínio da tecnologia relativa ao ciclo do combustível nuclear, contemplando a segurança nuclear, a radioproteção e a proteção física. E o emprego da tecnologia nuclear como ferramenta para o desenvolvimento nacional e o bem-estar da sociedade.

Como diretrizes a serem perseguidas pela PNB, o referido Decreto nº 9.600/2018 estabelece a busca da autonomia tecnológica nacional, a cooperação internacional para o uso pacífico da tecnologia nuclear, o incentivo à agregação de valor nas cadeias produtivas relacionadas ao setor, em especial, aos produtos destinados à exportação, e o estímulo à sustentabilidade econômica dos projetos no setor nuclear.

O Decreto nº 9.600/2018 também define 19 objetivos gerais a serem perseguidos pela PNB, entre eles o fomento à pesquisa, o desenvolvimento e a inovação da tecnologia nuclear, a autonomia na produção do combustível nuclear, em escala industrial e em todas as etapas do seu ciclo, com vistas a assegurar o suprimento da demanda interna; e a promoção da autossuficiência nacional na produção e no fornecimento de radioisótopos e a sua exportação. Também são definidos cinco objetivos específicos para o setor de mineração nuclear, e sete para a indústria do setor nuclear.

Considerando os princípios, diretrizes e objetivos da PNB, e tendo em vista a complexidade do tema e a diversidade de aspectos passíveis de análise, para a presente avaliação foram definidas abordagens relacionadas a aspectos operacionais e finalísticos da PNB, de modo a construir o entendimento sobre temas do setor nuclear brasileiro e analisar as políticas públicas e a atuação de suas partes interessadas. Para isso, foram selecionados os seguintes temas relacionados à PNB para composição do escopo da avaliação:

- Pesquisas científicas relacionadas ao setor nuclear;

- Desafios para o alcance da autonomia tecnológica nuclear;
- Execução orçamentária e financeira do Programa Nuclear Brasileiro;
- Aprimoramento do marco regulatório associado à energia nuclear em relação à flexibilização do monopólio da União.

Para a abordagem relacionada ao desenvolvimento das pesquisas científicas relacionadas ao setor nuclear, a avaliação analisou as atividades desempenhadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, autarquia federal criada pela Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e que possui competências previstas na Lei nº 7.781 de 27/06/1989 relacionadas ao Desenvolvimento da C&T Nuclear brasileira, como por exemplo a formação de cientistas, técnicos e especialistas nos setores relativos à energia nuclear e a pesquisa científica e tecnológica no campo da energia nuclear.

Para a análise a respeito dos desafios a serem superados para o alcance da autonomia relacionada à tecnologia nuclear, a avaliação também buscou analisar as atividades desempenhadas pela CNEN relacionadas ao alcance a autonomia tecnológica na Política Nuclear, além dos desafios no curto, médio e longo prazo para o alcance desse objetivo da PNB.

A terceira abordagem analisou a trajetória do programa nuclear da execução a partir da execução orçamentária sob a perspectiva do Plano Plurianual (PPA) do governo federal a partir do ano 2000, contemplando os diferentes programas e ações orçamentárias integrantes de cada ciclo de PPA e abordando de modo mais específico a ação 20UX – Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares.

A quarta e última abordagem buscou avaliar as iniciativas necessárias para o aprimoramento do marco regulatório associado à energia nuclear, passando pela flexibilização do monopólio da União, pela estrutura organizacional do setor e pela sua regulamentação. Também foram analisados os resultados das experiências dos outros países que adotaram o mesmo sistema.

As abordagens definidas para a avaliação de aspectos da política nuclear foram trabalhadas na forma de questões de avaliação, executadas pela Controladoria-Geral da União (CGU), pela Secretaria de Orçamento Federal (SOF) e por consultor externo. O Quadro 01 detalha as questões e os respectivos executores.

Quadro 1 - Questões de avaliação e executores

Questões de avaliação	Executor
1. O Desenvolvimento da C&T nuclear brasileira atende às diretrizes da Política Nuclear previstas no Decreto 9.600/2018 em relação às pesquisas para o setor?	Controladoria-Geral da União (CGU)
2. Em que medida a CNEN tem contribuído para que o Brasil alcance a autonomia tecnológica na Política Nuclear e quais são os principais desafios no curto, médio e longo prazo?	Controladoria-Geral da União (CGU)
3. Como tem se comportado a execução orçamentária do Programa Nuclear Brasileiro em relação aos Planos Plurianuais?	Secretaria de Orçamento Federal (SOF)
4. Quais são as iniciativas necessárias para o aprimoramento do marco regulatório associado à energia nuclear, passando pela flexibilização do monopólio da União, pela estrutura organizacional do setor e pela sua regulamentação? E quais são os resultados das experiências dos outros países que adotaram o mesmo sistema?	Consultor Externo

Fonte: Elaboração própria

O presente trabalho está estruturado em 9 seções, além da introdução. As seções 2 e 3 apresentam, respectivamente, os principais atores atuantes no setor nuclear e o levantamento histórico a respeito da evolução do setor nuclear brasileiro. A seção 4 analisa o marco regulatório do setor nuclear nacional. A seção 5, trata da execução orçamentária do Programa Nuclear Brasileiro ao longo dos ciclos dos PPAs e suas metas, além de abordar o orçamento das Cooperações Técnicas e Tratados Pacíficos Nucleares, a ampliação da

oferta de produtos e serviços tecnológicos na área médica (com destaque para o projeto do Reator Multipropósito Brasileiro – RMB), e uma análise aprofundada dos aspectos orçamentários relacionados à ação 20UX (Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares). Na seção 6, são abordados aspectos relacionados ao desenvolvimento da ciência e tecnologia nuclear nacional, o planejamento das ações, o alinhamento das pesquisas às diretrizes e objetivos da PNB e os resultados obtidos a partir da atuação da CNEN.

A seção 7 analisa a contribuição da CNEN para o alcance da autonomia tecnológica na Política Nuclear e os principais desafios para o atingimento desse objetivo, partindo da análise das atividades desenvolvidas pela CNEN que contribuem para os objetivos gerais e específicos da PNB e os aspectos relacionados à infraestrutura, materiais e insumos para os quais se considera mais vantajoso a busca pela autonomia tecnológica, do ponto de vista da CNEN, e quais os requisitos necessários para o alcance desse objetivo. Também foi analisado o papel da CNEN no Índice de Autonomia Nacional e o desempenho desse índice no período entre 2020-2022. A seção 8 discute aspectos relacionados à flexibilização dos monopólios da União na cadeia nuclear, tratando de aspectos relacionados à exploração de minérios nucleares, o enriquecimento de urânio, a geração de energia elétrica, o marco legal e institucional e aspectos relevantes das experiências internacionais. Por fim, a Seção 10 apresenta as conclusões do trabalho.

2 Os Principais Atores do setor nuclear nacional

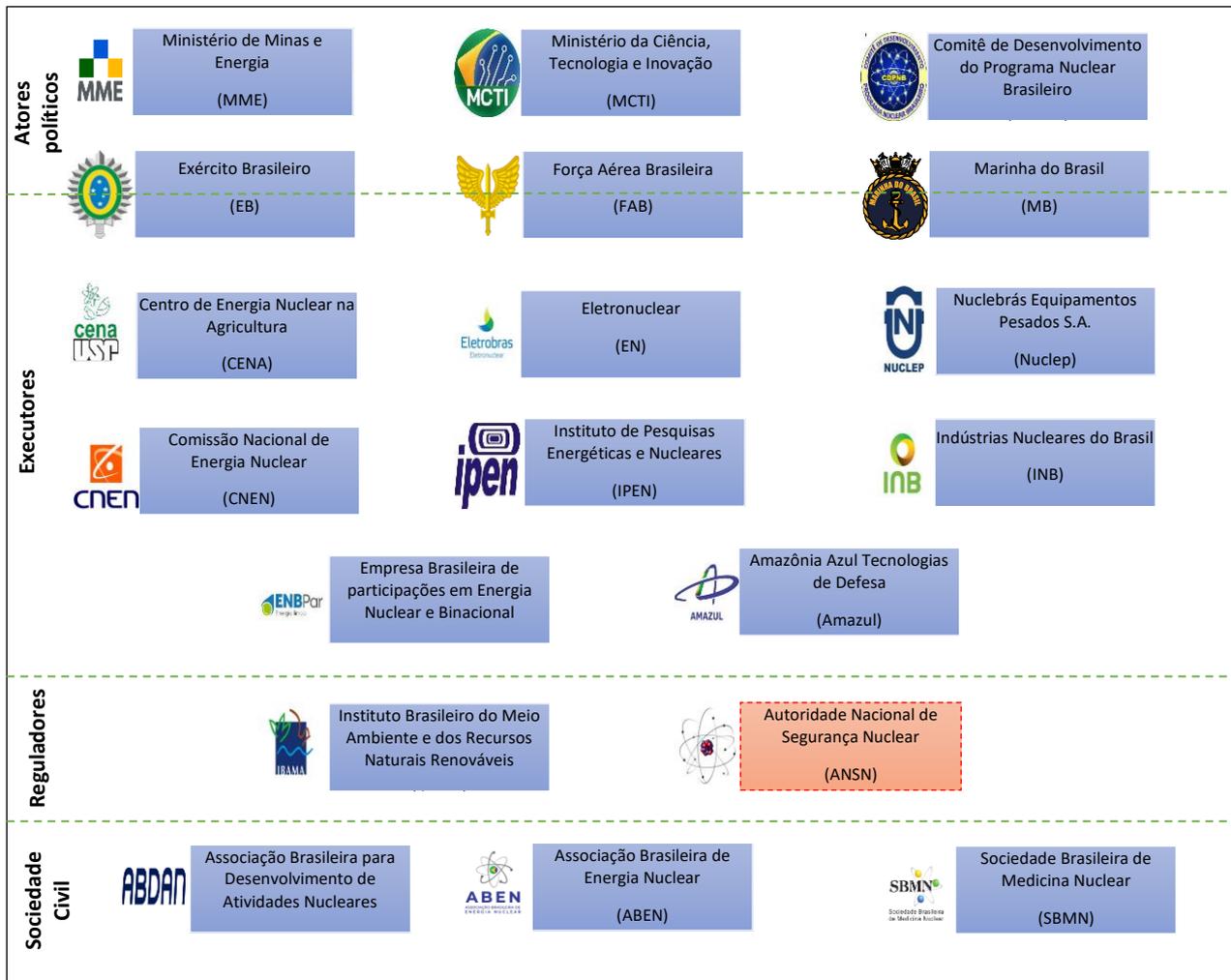
O objetivo central desta seção é mapear e analisar as principais instituições e agentes do setor nuclear brasileiro com suas respectivas atribuições e estruturas organizacionais. O segmento nacional especializado em tecnologias nucleares abrange toda a cadeia de valor nuclear, desde a extração até a geração. Laboratórios, comissões, centros de pesquisa e instituições educacionais completam a cadeia produtiva exercendo funções regulatórias e normativas, bem como inspeção, pesquisa e desenvolvimento.

Foram mapeados 19 atores principais no âmbito da Política Nuclear Brasileira, integrantes da administração pública direta e indireta, e da sociedade civil organizada. Para o presente trabalho, esses atores foram segregados na forma de políticos, executores, reguladores, e integrantes da sociedade civil, conforme estratificado abaixo:

- **Atores políticos:** Ministério de Minas e Energia, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro;
- **Atores políticos/executores:** Exército Brasileiro, Força Aérea Brasileira, Marinha do Brasil;
- **Atores executores:** Amazônia Azul Tecnologias de Defesa, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Eletronuclear, Empresa Brasileira de participações em Energia Nuclear e Binacional, Empresa Brasileira de participações em Energia Nuclear e Binacional, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Indústrias Nucleares do Brasil, Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.;
- **Reguladores:** Autoridade Nacional de Segurança Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
- **Sociedade civil:** Associação Brasileira para Desenvolvimento de Atividades Nucleares, Associação Brasileira de Energia Nuclear, Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear

O detalhamento das atribuições, competências e as normas instituidoras de cada uma das entidades mapeadas está detalhado no Apêndice 1 deste relatório. A Figura 1 indica a posição de cada um dos atores mapeados.

Figura 1 - Atores envolvidos na PNB



Fonte: Elaboração própria

3 A experiência nacional

Assim como em todo o mundo, o surgimento do interesse pela tecnologia nuclear no Brasil surgiu vinculado aos interesses militares do exterior, a partir de 1945, ano do lançamento das primeiras bombas atômicas.

Inicialmente, o desenvolvimento da cadeia produtiva do setor nuclear se deu através das exportações de matérias-primas, mais especificamente da areia monazítica, que contém tório, mineral utilizado em processos nucleares. A partir de 1956, no contexto político nacionalista é que foi criada a CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Três anos depois, surgem os primeiros planos para a instalação de um reator nuclear em Mambucaba (RJ), onde maior parcela da tecnologia aplicada foi nacional, agindo assim como um elemento catalizador do desenvolvimento da indústria nuclear brasileira (RIBEIRO, 2002).

A partir de 1964, o regime militar de exceção fez com que as atividades no campo nuclear passassem a ter uma participação preponderante dos militares. No campo do setor elétrico, a CNEN assinou um convênio com a Eletrobrás, onde a subsidiária Furnas assumiu a responsabilidade pela construção da primeira usina nuclear do país, no município de Angra dos Reis, denominada central nuclear de Angra 1. Ela foi inaugurada em 1985, com 640 MW de potência com tecnologia de reator de água pressurizada (PWR) (ELETRONUCLEAR, 2023a).

No contexto do governo militar, destaca-se a assinatura, em 1975, do acordo de cooperação com a Alemanha para construção de nova planta nuclear: Angra 2 (1.350 MW). As obras foram iniciadas em 1981 e as operações comerciais começaram em 2001. O acordo previa também a construção de Angra 3 (1.405 MW), mas face à crise econômica dos anos de 1980, chamada de “década perdida”, as obras atrasaram e a última

estimativa é de entrar em operação em 2027 já em outro contexto político e econômico, mas ainda submetida ao regramento do monopólio da União, que tem tornado o processo mais lento e complexo, elevando o chamado custo de transação. (ELETRONUCLEAR, 2023c).

A evolução do setor nuclear do Brasil não está atrelada somente à geração de energia elétrica e empoderamento militar. Desde os primeiros anos pós II Grande Guerra foram desenvolvidos projetos para aplicações biomédicas de radioisótopos e a partir do início dos anos 1960, o Instituto de Energia Atômica se tornou polo de produção de radiofármacos. No campo do setor agrícola, o Centro de Energia Nuclear na Agricultura, desenvolveu pesquisas e estudos, para: (i) absorção de fertilizantes e do metabolismo das plantas; (ii) na aplicação de radioisótopos; e (iii) sobre os fenômenos metabólicos de animais de corte e de produção leiteira (CARVALHO, 2012). No setor industrial, destaca-se que os radioisótopos são usados desde a década de 1960, na metalurgia e construção mecânica para: detecção de falhas, controle de qualidade e controle de produção.

No campo militar, merece ser destacado a cooperação da Marinha com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) para o desenvolvimento de projeto básico de um sistema de propulsão nuclear naval e experiências na área do ciclo do combustível nuclear, especialmente a etapa do enriquecimento do urânio. Desta cooperação foi fundado em Iperó, São Paulo, um centro experimental de desenvolvimento nuclear em 1988. Apesar dos poucos recursos disponibilizados o país passou a dominar todas as etapas do ciclo do combustível nuclear, tornando um dos poucos países com esta capacidade tecnológica. E derivado destes projetos e com apoio do governo federal a Marinha desenvolve protótipo de um reator de propulsão nuclear dentro do projeto da construção de submarino nuclear. (CARVALHO, 2012).

O panorama nacional do setor nuclear, refletindo as experiências internacionais, em particular no campo civil, há uma ampla gama de aplicabilidade, como: geração de energia, saúde, meio ambiente, agricultura, indústria, etc. Dentro desses segmentos, existem diferentes desafios e oportunidades. Eles englobam, desde o entendimento público sobre o tema, até questões de descarte de material e resíduos. Em relação às oportunidades, elas podem ser mapeadas por áreas. Na saúde, por exemplo, podem ajudar em questões relacionadas à prevenção, diagnóstico e tratamento das condições de saúde, em particular das doenças não transmissíveis, como tumores e doenças cardiovasculares. Podendo também, auxiliar no monitoramento em todas as etapas do processo, desde a desnutrição até a obesidade. Na agricultura, por outro lado, as tecnologias nucleares fornecem soluções competitivas e muitas vezes únicas, para aumentar a produtividade, melhorar a sustentabilidade ambiental e garantir a segurança dos alimentos.

Dentre as oportunidades, no setor de energia, por exemplo, observa-se que no Brasil, a transição energética, diferentemente do resto do mundo, ela ocorre entre fontes renováveis. Ou seja, as fontes eólica e solar estão aumentando seu percentual na matriz elétrica, reduzindo, gradativamente, a energia hidrelétrica na expansão da oferta, em razão das restrições ambientais para o aproveitamento do potencial hídrico no país. Esse contexto indica a necessidade de investimento em fontes não poluidoras que possam atender, com segurança, a demanda de energia elétrica frente à intermitência das gerações eólica e solar, bem como a sazonalidade das hidrelétricas. Essas características da expansão do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) impõem exigências à sustentabilidade ambiental, bem como à segurança e flexibilidade no suprimento de energia elétrica para a nossa economia e sociedade, diante das quais a energia nuclear é uma fonte competitiva, em especial com as possibilidades das novas tecnologias como os pequenos reatores nucleares (SMR).

Além dos aspectos nacionais e estruturais, a tecnologia nuclear pode se apresentar como um instrumento de inserção internacional do Brasil (LE PRIOUX, 2011). Segundo Vigevani (2007), na tradicional visão de política externa brasileira, a tecnologia nuclear faz parte de uma tentativa de inserção internacional baseada na autonomia, além de estar presente em outros princípios como, a independência e soberania nacionais (ALMEIDA, 2006). Por outro lado, a energia nuclear é objeto de inúmeros tratados e acordos internacionais, tanto bilaterais como multilaterais. Os mais de dois mil acordos bilaterais sistematizados por Kelley (2009) desde os anos 1950, revelam cooperação para fins pacíficos na área nuclear e confiança mútua em um assunto tão sensível. Para estes autores da corrente cooperativa, as oportunidades econômicas de ganhos com o setor superam as desconfianças mútuas, diminuindo custos e aumentando os ganhos para ambos os lados (LEMOS, 2008).

3.1 A evolução do setor nuclear brasileiro

A evolução do marco institucional, infraestrutura tecnológica e da cadeia produtiva do setor nuclear brasileiro desde o fim da II Guerra Mundial teve dois vetores de desenvolvimento. O primeiro é da exploração das utilizações em atividades de uso civil: saúde e indústria através dos radioisótopos, e a geração de energia elétrica. O segundo derivado dos interesses das instituições militares, em especial da Marinha, com projetos mais estruturantes.

O longo caminho percorrido foi influenciado e acelerado pelo período de regime de exceção do regime democrático (1964 até 1985) e mais recentemente pela Presidência da República ter sido comandada por um militar da reserva. Este último período foi intenso na reestruturação do setor nuclear, como atestam as informações expressas no Quadro 2.

Um elemento que atesta o “poder” militar sobre o setor nuclear foi a inserção na Constituição Federal de 1988 dos condicionantes de monopólio de Estado para praticamente todas as atividades vinculadas à energia nuclear no Brasil, expressando a ainda existente geopolítica bipolar da Guerra Fria e do longo período do regime de exceção do regime militar.

A conjugação dinâmica destes dois vetores, que se retroalimentaram, como examinado preteritamente, permitiram que o Brasil constituísse uma estrutura institucional composta por centros de pesquisa, órgão de regulação e complexo industrial de bens de capital e usinas geradoras de energia elétrica.

Como resultante, na avaliação dos autores, a cadeia produtiva do setor nuclear brasileiro, apresenta dimensões quantitativas pequenas, bem estruturadas e com alta complexidade. O que pode permitir um rápido e consistente desenvolvimento econômico e tecnológico frente ao processo mundial de transição energética, catalisado pela Guerra da Ucrânia. Este novo contexto mundial passa a considerar no planejamento energético e nas políticas públicas daí derivados, a energia nuclear como energia verde, não poluidora e qualificando-a como um instrumento para o processo de descarbonização e principalmente que garante a segurança de suprimento.

O Brasil com as reservas de urânio, de deter tecnologia própria de enriquecimento radioativo e de ter um complexo industrial torna-se um país com capacidade de atender demandas futuras, em especial para os países ocidentais, que buscam alternativas seguras para a recomposição da globalização econômica, quebrada pela pandemia e pela reordenação da geopolítica mundial entre os EUA e China.

A questão crucial e estratégica é que para o Brasil se inserir nesta nova dinâmica mundial da energia nuclear precisa, obrigatoriamente, rever as bases do monopólio de Estado e adotar medidas para sua flexibilização na nova lógica de mercado onde cabe ao Estado atuar como regulador e incentivador de novas tecnologias, e aos agentes econômicos privados os investimentos que as novas oportunidades, derivada da transição energética. Esta questão será tratada em seção específica deste relatório.

4 O marco regulatório do setor nuclear brasileiro

Esta seção tem como objetivo central analisar e sistematizar as principais legislações do setor nuclear no país. Para tanto, a seção está dividida em duas partes: (i) Constituição Federal de 1988; e (ii) Legislação infraconstitucional. Na primeira, serão examinados os artigos, parágrafos, incisos e alíneas da Constituição Federal que caracterizam as determinações envolvendo a energia nuclear como um monopólio da União, sendo destacadas as regras voltadas aos seus usos. Na segunda subseção, são apresentadas as principais normas nucleares ausentes na Constituição, separando-as em dois tópicos: instituições e segurança.

4.1 A Constituição Federal de 1988

Na Constituição Federal de 1988, no que diz respeito ao que se pode denominar por direito nuclear brasileiro, alguns artigos – em conjunto com seus parágrafos, incisos e alíneas – asseguram que todos os desenvolvimentos e ações em relação ao setor nuclear estão subordinados ao monopólio da União. Neste sentido, pode-se destacar a título de exemplo o Art. 177., que constitui como monopólio da União os seguintes elementos:

“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.

§ 3º A lei disporá sobre o transporte e a utilização de materiais radioativos no território nacional” (BRASIL, 1988a).

Além disso, a carta constitucional coloca sob a autoridade da União todas as questões legislativas voltadas a atividades nucleares. Segundo o Art. 22., “compete privativamente à União legislar sobre: XXVI – atividades nucleares de qualquer natureza”. Por outro lado, cabe ao Congresso Nacional aprovar iniciativas do Poder Executivo referentes a atividades nucleares (BRASIL, 1988a).

Ao tratar do uso nuclear direcionado ao setor elétrico, a única incumbência atribuída ao governo se apresenta no Art. 225. No artigo, implementa-se um requisito para instalações de usinas com reatores nucleares: a posse de uma localização definida em lei federal (BRASIL, 1988a).

A partir deste contexto legal, evidencia-se que todas as atividades relacionadas a usos nucleares competem à União, com exceção do emprego de radioisótopos para a pesquisa e usos medicinais, agrícolas e industriais. No segundo caso, de acordo com Art. 21., as atividades envolvendo os radioisótopos podem ser exercidas por terceiros mediante permissões fornecidas pela administração pública (BARBOSA, 2009).

4.2 A Legislação infraconstitucional

4.2.1 Instituições

A partir da análise dos parâmetros dados pela Constituição, é necessário examinar as legislações responsáveis pela criação das instituições indispensáveis para o exercício do monopólio da União frente às questões nucleares. Ao compilar as análises sobre estas legislações direcionadas à instituição e regulamentação de agentes envolvidos com o setor nuclear, foi possível estruturar o Quadro 2 a partir do qual serão examinados os marcos legais.

Quadro 2 -Leis e decretos regulamentando instituições do setor nuclear brasileiro.

Leis/Decretos	Regulamentações/ Instituições
Decreto nº 40.110/1956	Estabelece a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)
Lei nº 4.118/1962	Inaugura a Política Nacional em Energia Nuclear
Lei nº 5.740/1971	Autoriza a CNEN a estabelecer a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN)
Lei nº 6.189/1974	Configura a CNEN como autoridade regulatória e licenciadora
Decreto 76.805/75	Cria a Nuclebrás Equipamentos Pesados SA (Nuclep)
Decreto-Lei nº 2.464/88	Rejeitado no Ato Declaratório de 14 de junho de 1989
Lei nº 7.781/1989	Revisão da Lei nº 6.189/1974
Decreto de 5 de janeiro de 1994	Incorporou na INB as atividades e atribuições de suas controladoras
Decreto nº 4.899/2003	Autoriza alterações no objeto social do Estatuto da Eletronuclear, criada em 1997 e até então sob controle direta Eletrobrás
Decreto de 02 de julho de 2008	Estabelece o Comitê para o Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro
Decreto de 22 de junho de 2017	Promove alterações no Decreto de 02 de julho de 2008
Decreto nº 9.600/2018	Consolida as atuais diretrizes da Política Nuclear Brasileira
Medida Provisória nº 870/2019	Estabelece a organização ministerial das competências dos órgãos ligados à Presidência da República Federativa do Brasil no que abrange o setor nuclear

Decreto nº 9.828/2019	Sobre o Comitê para o Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro
Decreto nº 9.660/2019	Vincula as empresas estatais INB e Nuclep ao MME
Decreto nº 10.791/2021	Estabelece a Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar)
Lei nº 14.222/2021	Estabelece a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN)
Lei nº 14.514/2022	Permite a atuação da iniciativa privada na pesquisa e lavra de minérios nucleares
Decreto nº 11.401/2023	Alterações na localização institucional de órgãos de energia nuclear no Ministério da Ciência e Tecnologia e no Ministério das Minas e Energia

Fonte: Elaborado a partir de BORGES (2019) e IAEA (2022)

Do Quadro 2, a prioridade será a análise das leis e decretos que estabeleceram a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Em 1956 o governo de Juscelino Kubitschek promulgou o Decreto n.º 40.110 (BRASIL, 1956) com a finalidade de instituir a CNEN como resposta a instauração da Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI), subordinando-o ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). De forma estratégica, esse ato do Executivo buscava interferências do Congresso Nacional na criação da CNEN (SANTOS, 2009).

Todavia, segundo Santos (2009), em decorrência de conflitos internos, houve um hiato entre a instituição da CNEN na década de 1950 e sua regulamentação em 1962. A Lei n.º 4.118 de 27 de agosto de 1962 foi responsável por regulamentar a Comissão como autarquia federal – subordinada à presidência da República e com autonomia administrativa e financeira (BRASIL, 1962).

Em 1971, foi aprovada a Lei n.º 5.740/1971 que autoriza a CNEN a criar a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN). Posteriormente, essa Lei foi objeto de diversos aperfeiçoamentos que foram importantes para a estruturação e execução da política nuclear brasileira, como será desenvolvida a seguir.

Em 1974, ocorreu a primeira modificação na Lei n.º 4.118 e a Lei n.º 5.740/1971, através do estabelecimento da Lei n.º 6.189/74, onde se destacaram três contribuições:

- i. Definição de novas competências atribuídas à CNEN;
- ii. A alteração referente a CBTN que passou a denominar-se NUCLEBRAS, diretamente vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME); e
- iii. Delimitação do exercício do monopólio da União sobre questões relativas à energia nuclear.

De acordo com o primeiro artigo da primeira versão da Lei nº 6.189:

Art. 1º A União exercerá o monopólio de que trata o artigo 1º, da Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962:
- Por meio da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como órgão superior de orientação, planejamento, supervisão, fiscalização e de pesquisa científica; e
- Por meio da Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS e de suas subsidiárias, como órgãos de execução (BRASIL, 1974).

O Decreto 76.805/75 criou a Nuclebrás Equipamentos Pesados SA – Nuclep com o objetivo de colaborar diretamente com a criação de cadeia produtiva vinculada ao Programa Nuclear Brasileiro assinado com a Alemanha, tornando-se “responsável pelo desenvolvimento e produção dos equipamentos de reposição das usinas nucleoeletricas de Angra 1 e 2, assim como todos os componentes para as futuras plantas” (NUCLEP, 2023).

Ainda na mesma década, o Decreto-Lei n.º 2.464/88 altera a denominação da NUCLEBRAS, que passou a se chamar Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB). Transferindo assim, a totalidade das ações de propriedade da União representativas do capital da INB para a CNEN (BRASIL, 1988b). Na década seguinte, o decreto de 5 de janeiro de 1994 incorporou na INB às atividades e atribuições de suas controladoras: Nuclebrás

Enriquecimento Isotópico S.A. (Nuclei); Urânio do Brasil S.A. e Nuclemon Mínero-Química Ltda (BRASIL, 1994a).

No ano de 2003, o estatuto da Eletrobrás Termonuclear S.A. (Eletronuclear) foi alterado pelo no Decreto nº 4.899/2003, estabelecendo como objeto social da empresa a construção e operação das usinas nucleares, e a geração, transmissão e comercialização da energia elétrica delas decorrente, incluindo a realização de serviços de engenharia e manutenção (BRASIL, 2003).

Contudo, a origem da Eletronuclear remonta à década de 1960, quando o governo brasileiro iniciou o Programa Nuclear Brasileiro, com o objetivo de desenvolver tecnologia nuclear para fins pacíficos, como a geração de energia elétrica e a produção de radioisótopos para uso na medicina e na indústria. Oficialmente, a estatal foi criada em 1997, como uma subsidiária da Eletrobras. A empresa é responsável pela operação das usinas nucleares de Angra 1 e Angra 2, bem como pela construção de Angra 3, que está em andamento.

O Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB) foi criado com o Decreto de 02 de julho de 2008, com o objetivo de fixar diretrizes e metas para o desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro e supervisionar sua execução. Promovendo alterações no Decreto de 02 de julho de 2008, o Decreto de 22 de junho de 2017 modificou o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, relacionado a mudanças em órgãos de deliberação coletiva (BRASIL, 2017). Ambos os decretos citados foram revogados pelo Decreto nº 9.828/2019, que dispôs sobre o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro, composto por diversos Ministros de Estado, atribuindo a este as competências de:

- i. Formular políticas públicas relativas ao setor nuclear e propor aprimoramentos; e
- ii. Supervisionar o planejamento e execução de atividades conjuntas de órgãos (BRASIL, 2019a).

Adicionalmente, foi feito um arranjo de organização de ministérios e órgãos ligados à Presidência da República Federativa do Brasil, através da Medida Provisória nº 870/2019, que passaram a deter novas atribuições, tais como:

- i. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República a coordenação de atividades do SIPRON (Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro);
- ii. Do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações o estabelecimento da política nuclear; e
- iii. Do Ministério de Minas e Energia a política nacional do petróleo, combustível, biocombustível, gás natural e energia elétrica, incluindo a nuclear (BRASIL, 2019b).

Posteriormente, a Medida Provisória é convertida na Lei nº 13.844/2019 (BRASIL, 2019c).

Ainda no ano de 2019, duas mudanças muito importantes foram tomadas em relação às instituições voltadas à energia nuclear. A primeira delas ocorreu com o Decreto n.º 9.660/2019, que alterou a vinculação das empresas estatais INB e Nuclep, vinculando-as ao MME (BRASIL, 2019d). A outra modificação significativa ocorreu com a retirada das atribuições regulatórias da CNEN que passaram para a responsabilidade da CDPNB.

Com a privatização da Eletrobrás, concluído em junho de 2022, algumas atividades foram consideradas sensíveis e incompatíveis, pela Constituição Federal, como o novo status da Eletrobras, como são os casos da Binacional Itaipu e da Eletronuclear. Assim, ambas foram incorporadas à Empresa Brasileira de Participações, sendo esta decisão estabelecida através do Decreto nº 10.791/2021, vinculada à estrutura do Ministério de Minas e Energia.

Por outro lado, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) foi reestruturada através da Lei nº 14.222/2021 que criou a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), autarquia federal com função de monitorar, regular e fiscalizar as atividades e instalações nucleares no país (BRASIL, 2021b). Dentre as atribuições da nova autarquia, estão:

- i. Estabelecimento de normas e jurisdições para a segurança nuclear, proteção radiológica e segurança física das atividades e instalações nucleares; e

- ii. Controle de estoque e reservas de minérios e materiais nucleares e dos estoques de materiais férteis e físséis especiais.

Merece ser destacado que a ANSN não exerce atividades de regulação econômica, comercial e industrial, como também não tem responsabilidades sobre atividades de pesquisas.

Uma inovação legal importante e estratégica para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro foi a Medida Provisória nº 1.113/2022, sancionada através da Lei nº 14.514/2022 referente à atuação da iniciativa privada na pesquisa e lavra de minérios nucleares. A Lei ainda não foi sancionada em função de vetos à 49 dispositivos. Entre eles, merecem ser destacados os seguintes:

- i. O condicionamento da exportação de minérios nucleares, concentrados e derivados de materiais nucleares pela INB à aprovação do Ministério de Minas e Energia, entendido como dificultador da atividade de exploração de minérios nucleares no Brasil, gerando entraves burocráticos;
- ii. O gerenciamento e administração do Fundo Nacional de Mineração (Funam), não mais sob competência da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- iii. Alterações na estrutura organizacional da ANM, criando diversos cargos em comissão, entendido como aumento de despesa por parte do Congresso em projetos de iniciativa exclusiva do Presidente da República e criação de cargos comissionados em final do mandato de presidente, ferindo respectivamente a Constituição e a Lei de Responsabilidade Fiscal (BRASIL, 2022).

Para que os vetos sejam derrubados, é necessária a maioria absoluta dos votos de deputados (257) e senadores (41). Não havendo até o momento da finalização deste estudo, data para a votação em sessão conjunta no Congresso Nacional (CÂMARA, 2023).

Com o advento de novo mandato presidencial, o Decreto nº 11.401/2023 estabeleceu alterações nas competências de diversos Ministérios, incluindo atribuições importantes para o setor nuclear. Assim, a Comissão Nacional de Energia Nuclear ficou sob a estrutura do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, enquanto o Ministério das Minas e Energia assumiu a responsabilidade sob a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN) e das Indústrias Nucleares do Brasil (INB) (BRASIL, 2023).

4.2.2 Segurança

Um dos temas mais sensíveis relacionados com a energia nuclear é a questão de segurança lato sensu. Dada esta importância esta subseção irá analisar o desenvolvimento do marco legal, tendo como ponto de partida síntese apresentada no Quadro 2.

Quadro 2: Leis e decretos que regulamentam a segurança nuclear brasileira

Leis/Decretos	Regulamentações/ Instituições
Lei nº 6.453/1977	Responsabilização nuclear civil
Decreto nº 1.809/1980	Estabelece a Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON)
Decreto nº 1.865/1981	Ocupação provisória de propriedades públicas para pesquisa e mineração em substâncias que contenham elementos nucleares
Decreto nº 8/1991	Promulga a Convenção para a Assistência em Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica
Decreto nº 9/1991	Promulga a Convenção para a Notificação Prévia de Acidente Nuclear
Decreto nº 95/1991	Promulga a Convenção para Proteção Física de Material Nuclear
Decreto nº 1.065/1994	Promulga o Acordo Tripartite (Acordo de Salvaguarda)
Decreto nº 2.210/1997	Regulamenta o Decreto No. 1.809/1980, relacionado aos papéis do SIPRON
Decreto nº 2.648/1998	Promove a convenção para segurança nuclear

Decreto nº 2.864/1998	Promove o Tratado de Não-proliferação de armas nucleares
Decreto nº 3.976/2001	Relacionado à implementação no Brasil da Resolução 1373(2001) do Conselho de Segurança da ONU
Decreto nº 4.394/2002	Promove a Convenção Internacional para a Supressão de Bombardeios Terroristas
Decreto nº 5.935/2006	Promove a Convenção Conjunta para Segurança de Resíduos Radioativos e Gerenciamento de Combustíveis Utilizados
Decreto nº 7.722/2012	Relacionado à implementação no Brasil das Resoluções 1540 (2004) e 1777 (2011) do Conselho de Segurança da ONU
Lei nº 12.731/2012	Estabelece o SIPRON e revoga o DECRETO NO. 1.809/1980

Fonte: Elaborado a partir de IAEA (2022)

Na segunda metade da década de 1970 foi sancionada a Lei n.º 6.453/1977 que “dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares” (BRASIL, 1977). Essa lei é considerada um marco da política nuclear brasileira, ao responsabilizar o operador de instalação nuclear independentemente da existência de culpa. Somado a isso, essa lei determina a definição de um operador da instalação nuclear “a pessoa jurídica devidamente autorizada para operar instalação nuclear” (ASSIS, 2014).

Na década seguinte, a partir do Decreto n.º 1.809/1980 (BRASIL, 1980), institui-se o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON) como resposta ao movimento mundial relativo à segurança das instalações nucleares após o acidente de *Three Mile Island* em 1979 (ANDREUZZA, 1997). Todavia, somente com o Decreto n.º 2.210/1997 o SIPRON conquista sua regulamentação. Seu principal objetivo é assegurar o planejamento integrado, a ação conjunta e a execução continuada de providências através da seleção de todas as ações de segurança relacionadas ao Programa Nuclear Brasileiro em um só sistema (BRASIL, 1997). Em 2012, o SIPRON passa a ser regido pelo disposto da Lei n.º 12.731/2012, atualizando os objetivos de planejamento e coordenação da necessidade de segurança do Programa Nuclear Brasileiro, visando a proteção da população e do meio-ambiente, com foco nos materiais e instalações nucleares (BRASIL, 2012b).

Em 1981, o Decreto n.º 1.865/1981 dispõe sobre a ocupação provisória de imóveis para pesquisa e lavra de substâncias minerais que contenham elementos nucleares. Nesse caso, estabelece-se como ocorrerá a indenização em casos de danos à propriedade em questão. Segundo o art. 1º e 2º deste decreto,

Art. 1º – A Empresas Nucleares Brasileiras S.A. NUCLEBRÁS e suas Subsidiárias indenizarão, na forma prevista neste Decreto-lei, os proprietários ou possuidores de áreas nas quais realizarem, diretamente ou através de terceiros, trabalhos de prospecção, pesquisa e lavra de substâncias minerais que contenham elementos nucleares.

Art. 2º – A indenização a que se refere o artigo 1º consistirá no ressarcimento dos danos causados e no pagamento de renda mensal pela ocupação da área (BRASIL, 1981).

Em função do grave acidente nuclear de Chernobyl, foi organizada uma reunião pela Organização das Nações Unidas, com a intermediação da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que induziu novas legislações em vários países, incluindo o Brasil. Com intuito de não cometer os mesmos erros, foram estabelecidas duas convenções. A partir foi em 1991, em busca do fortalecimento da segurança nuclear brasileira, foi promulgado o Decreto n.º 8/1991, que firmou a Convenção sobre a Assistência em Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica. Para isso, o decreto determinou entre suas disposições gerais os seguintes pontos:

Os Estados Partes cooperação entre si e com a Agência Internacional de Energia Atômica [...], de acordo com as disposições da presente Convenção, para facilitar a pronta assistência no caso de um acidente nuclear ou emergência radiológica, para minimizar suas consequências e para proteger a vida, a propriedade e o meio ambiente dos efeitos de emissões radiológicas.

Para facilitar tal cooperação, os Estados Partes poderão concluir Ajustes bilaterais ou multilaterais ou, quando apropriado, uma combinação de ambos, para impedir ou minimizar ferimentos ou danos que possam ocorrer no caso de um acidente nuclear ou emergência radiológica (BRASIL, 1991a).

A segunda convenção surgiu através do Decreto n.º 9/1991, promulgando a Convenção sobre Pronta Notificação de Acidente Nuclear (BRASIL, 1991). Dentro desse contexto, esta convenção marcou um avanço para segurança nuclear internacional e nacional, sendo determinado que o Estado sede de um acidente radioativo notifique imediatamente outros Estados que possam ser afetados radiologicamente (MIRANDA, 2011).

Ainda no âmbito de decisões internacionais que impactam a legislação do Brasil, tem-se o Decreto n.º 95/1991 da Convenção sobre Proteção Física de Materiais Nucleares, que teve como principal objetivo manter a segurança em relação a materiais nucleares, aplicando definições para alguns termos, entre eles: "material nuclear", "urânio enriquecido em seus isótopos 235 ou 233" e "transporte nuclear internacional" (BRASIL, 1991c).

Três anos depois, em busca de elevar ainda mais seu padrão de segurança conforme os moldes da IAEA, foi incorporado à legislação brasileira o Decreto n.º 1.065/1994 - responsável por promulgar o Acordo Quadripartite (BRASIL, 1994b). Esse acordo foi firmado entre Brasil, Argentina, Agência Brasileiro- Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), com o objetivo de aplicar salvaguardas para não utilização nuclear em questões bélicas. Esse decreto representou um passo importante para a política nuclear brasileira, uma vez que, permitiu a participação do Brasil "no fluxo de comércio internacional de bens e tecnologias sensíveis" (MOURA, 2001).

Adicionalmente, considerando a Convenção de Segurança Nuclear assinada em Viena em setembro de 1994, ratificada pelo governo brasileiro em março de 1997, o Decreto n.º 2.648/1998 promulgou o protocolo da Convenção de Segurança Nuclear, visando o aprimoramento de práticas nacionais de segurança em energia nuclear (BRASIL, 1998a). Entre os aprimoramentos, está estabelecido no artigo 8º a separação entre os órgãos regulatórios e aqueles que promovem o uso de energia nuclear.

Por outro lado, em consideração ao Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares de julho de 1968, foi promulgado o Decreto n.º 2.864/1998. Esse decreto estabelece a cooperação e aplicação de salvaguarda sobre as atividades nucleares pacíficas, sob a égide da Agência Internacional de Energia Atômica, cumprindo os acordos e proibições de utilização de armas nucleares (BRASIL, 1998b).

No ano seguinte, o marco da Educação ambiental no país, a Lei n.º 9765/1999 foi responsável pela criação da política nacional de educação e direitos ambientais, incluindo a preservação do meio-ambiente (BRASIL, 1999). Essa lei cumpriu o propósito de regulamentar o licenciamento, controle e impostos de inspeção para materiais nucleares e radioativos. Em abril de 1999, essa lei sofreu um veto parcial desconsiderando a medida que destinava às ações de educação ambiental ao menos por 20% dos recursos arrecadados por multas decorrentes de descumprimento de legislação ambiental. Esta medida visava o entendimento de que a educação é uma entre as diversas áreas de prioridade do Fundo Nacional do Meio Ambiente, criado pela Lei n.º 7.797/1989 (BRASIL, 1999).

Posteriormente, em relação à questão do descarte de resíduos radioativos foi iniciado amplo debate derivado do acidente envolvendo o Césio-137 em Goiânia em 1987, culminando com a Lei n.º 10.308/2001. Empenhada no gerenciamento e regulação de depósitos de resíduos radioativos, a lei dispõe da seleção de locais, estabelecendo normas para o destino de rejeitos radioativos produzidos em território nacional (BRASIL, 2001a).

De acordo com Melo (2014), incongruências emergem entre a lei federal e a Convenção Conjunta para Segurança de Resíduos Radioativos e Gerenciamento de Combustíveis Utilizados, conforme o Decreto n.º 5.935/2006 (BRASIL, 2006). Essas se dão, especialmente, em torno da concentração das atividades de licenciamento, fiscalização, normatização e execução. Isso porque a Convenção dispõe que sejam desempenhadas por órgãos distintos, garantindo sua efetividade. Por outro lado, no caso brasileiro, esses processos estão sob competência da CNEN, autarquia federal (Melo, 2014). Desse modo, como considerado anteriormente, a lei foi alterada pelo Decreto n.º 9.660/2019 retirando atribuições regulatórias da CNEN, deslocando-as para a CDPNB (BRASIL, 2019d; BORGES, 2019). A lei também foi parcialmente vetada em relação a créditos extraordinários decorrentes de acidentes nucleares.

Outra preocupação está na estreita ligação entre terrorismo internacional, lavagem de dinheiro e contrabando de diversos materiais, incluindo nucleares e radioativos. Como uma solução para esta problemática, foi promulgado o Decreto n.º 3.976/2001 que dispôs sobre a execução em território nacional da Resolução 1.373 (2001) do Conselho de Segurança das Nações Unidas, relacionado às normas e dispositivos para prevenção e repressão de financiamento de atos terroristas de qualquer tipo (BRASIL, 2001b).

No ano posterior, a Convenção Internacional sobre a Supressão de Atentados com Bombas, adotada em Nova York em dezembro de 1997, foi promulgada o Decreto n.º 4.394/2002, reiterando o compromisso do país em direitos e deveres recíprocos dos Estados no que concerne aos tratados internacionais em torno do combate ao terrorismo (BRASIL, 2002).

A Convenção Conjunta para o Gerenciamento Seguro de Combustível Nuclear Usado dos Rejeitos Radioativos, foi assinada pelo governo brasileiro em outubro de 1997, e promulgada pelo Decreto n.º 5.935/2006, ressaltando a internacionalização da segurança nuclear a partir de convenções. Com a diferença que, dessa vez, a legislação vigorava sobre os combustíveis irradiados e rejeitos radioativos derivados de minérios nucleares (BRASIL, 2006). Esse foi o primeiro instrumento legal para abordar diretamente a questão do descarte de resíduos radioativos em um nível global, discussão reiterada no Brasil no contexto do acidente envolvendo o Césio-137 em Goiânia em 1987 (MELO, 2014).

Em 2012, acerca dos critérios de execução no território nacional de acordos internacionais e resoluções do Conselho de Segurança das Nações Unidas, o Decreto n.º 7.722/2012 foi responsável por implementar as Resoluções 1.540 (2004) e 1.977 (2011), no enfrentamento e combate à proliferação de armas de destruição em massa, incluindo as armas nucleares (BRASIL, 2012a).

4.2.3 Salvaguardas internacionais

O Brasil começou sua participação na área de energia nuclear em 1945, quando participou da primeira reunião da Comissão de Energia Nuclear da ONU, juntamente com cinco outros países. O Brasil foi incluído nesse grupo devido às suas reservas minerais atômicas. Em 10 de julho de 1945, o país assinou seu primeiro acordo atômico com os EUA, que previa o fornecimento de 5 mil toneladas de monazita. Essa parceria reafirmou a posição do Brasil como exportador de matérias-primas. Ao longo dos anos, o Brasil assinou diversos acordos e tratados relacionados à energia nuclear e desenvolvimento tecnológico, tanto com os EUA como com outros países como Alemanha, Rússia e Argentina.

Em 21 de fevereiro de 1952, a Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos do Brasil reiterou o acordo de cooperação bilateral com os EUA, sem cogitar qualquer tipo de compensação específica, com exceção de prever o beneficiamento do minério pela indústria brasileira sem absorção de tecnologia. No entanto, após o fornecimento de 2,5 mil toneladas de monazita e iguais quantidades de sais de cério e terras raras, os EUA alegaram que novas descobertas científicas proveriam suas necessidades imediatas, se considerando desobrigados a cumprir o restante do contrato integralmente.

Em agosto de 1954, o Brasil reafirmou um novo acordo com os EUA, o Acordo de Cooperação para Usos Civis de Energia Atômica, onde foi negociada uma troca de 5 mil toneladas de monazita, igual quantidade de derivados de terras raras e quantidade de tório resultante do beneficiamento por 100 mil toneladas de trigo do tipo Hard Winter nº 02. Este 3º Acordo Atômico Brasil- EUA, assinado em 20 de agosto de 1954, constituiu-se como operação de relevância para solucionar o problema de excedentes agrícolas dos EUA, apresentando os mesmos aspectos desiguais de falta de transferência tecnológica ou colaboração mais abrangente.

Foi no contexto de instauração de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) para apurar denúncias que os acordos atômicos assinados com os EUA seriam prejudiciais à soberania brasileira que foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), dando nova atenção e incentivos à questão nuclear e estabelecendo uma política nacional de energia nuclear. A CNEN passa a atuar, desde então, como órgão regulador e promotor da pesquisa e desenvolvimento da área nuclear.

Diante das conclusões da CPI, que entendia a atuação dos EUA como uma tentativa de estabelecer um monopólio continental sobre a tecnologia atômica, o Brasil passou a buscar maior autonomia no campo

nuclear e reforçar a necessidade de transferência tecnológica em seus acordos internacionais. Nesse sentido, em julho de 1965, foi assinado um novo acordo com os EUA, chamado de Acordo de Cooperação para Usos Cíveis de Energia Atômica, desta vez visando o fornecimento de urânio para os reatores de pesquisa do país em troca de questões que incluíam a construção e operação de reatores de potência e pesquisa.

Embora o acordo previsse uma colaboração mais abrangente e a troca de informações sobre o desenvolvimento de outras aplicações pacíficas de energia nuclear, ele mantinha a dependência do Brasil em relação à tecnologia norte-americana. Além disso, o acordo estabeleceu novas remessas de urânio enriquecido e a obrigatoriedade de se construir salvaguardas pela AIEA, estipulando o direito dos EUA de fiscalizar qualquer reator ou equipamento nuclear no Brasil enquanto não vigorasse tais salvaguardas.

Nesse contexto, o Brasil se deparou com a necessidade de adotar uma política nuclear que viabilizasse as condições necessárias para implantação de uma indústria nuclear no país. Isso foi evidenciado na discussão sobre proliferação nuclear presente no âmbito continental pelo Tratado de Tlatelolco e no âmbito global pelo Tratado de Não-Proliferação Nuclear (TNP).

A não adesão inicial brasileira ao TNP, em 1967, além da ratificação com ressalvas do Tratado de Tlatelolco, também conhecido como Tratado de Proscrição de Armas Nuclear na América Latina, representou uma mudança na política nuclear internacional. A diplomacia brasileira passou, portanto, a reivindicar o direito à nuclearização pacífica e a questionar a estrutura política internacional existente.

No Tratado de Tlatelolco, o principal conflito estava estabelecido no Artigo 18, cuja interpretação norte-americana só permitia explorações pacíficas de tecnologias nucleares quando feitas por potências já nucleares, ou por empreiteiras recomendadas por estes. Nesse caso, as explorações para fins pacíficos feitas com recursos próprios, ou em associação com outras nações não-nucleares, estariam estritamente proibidas.

As condições exigidas pela diplomacia brasileira para a adesão ao Tratado de Tlatelolco envolviam a inclusão de todos os países da região, a aceitação das interpretações brasileiras sobre o uso pacífico da energia nuclear e o estabelecimento de mecanismos de cooperação e transferência de tecnologia nuclear.

Essa postura do Brasil em relação ao Tratado de Tlatelolco e sua recusa inicial em aderir ao Tratado de Não-Proliferação Nuclear (TNP) refletiam a busca do país por autonomia e desenvolvimento tecnológico no campo nuclear, além de uma reação à desigualdade entre os países que já possuíam armas nucleares e aqueles que não possuíam.

Ao longo dos anos, o Brasil desenvolveu uma série de projetos e parcerias no campo nuclear, com destaque para a parceria com a Alemanha Ocidental, que resultou na construção de usinas nucleares como a de Angra 2. Além disso, o país investiu na capacitação de recursos humanos e no desenvolvimento de tecnologias e infraestrutura para enriquecimento de urânio e produção de combustível nuclear.

No final dos anos 1980 e início dos anos 1990, houve mudanças importantes no cenário internacional e na política nuclear brasileira. O fim da Guerra Fria, o processo de democratização no Brasil e a crescente preocupação global com a proliferação nuclear levaram o país a rever sua postura em relação aos tratados internacionais.

Em 1994, o Brasil aderiu formalmente ao Tratado de Tlatelolco, criando a zona livre de armas nucleares na América Latina e no Caribe, e, em 1998 o país finalmente aderiu ao TNP como um Estado não detentor de armas nucleares. Essas decisões representaram uma mudança significativa na política nuclear brasileira, passando de uma postura mais assertiva e desafiadora para uma postura mais cooperativa e comprometida com a não proliferação nuclear.

No entanto, o Brasil continuou a defender seu direito ao uso pacífico da energia nuclear e a desenvolver sua indústria nuclear civil. Atualmente, o Brasil possui um programa nuclear robusto e diversificado, que inclui usinas nucleares, pesquisa e desenvolvimento, medicina nuclear e exploração de minerais radioativos. O país também é membro ativo de organizações internacionais relacionadas à energia nuclear, como a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), e participa de acordos e iniciativas de cooperação multilateral e bilateral.

5 O Programa Nuclear Brasileiro e a evolução da execução orçamentária nos Planos Plurianuais

5.1 O Programa Nuclear Brasileiro

Em novembro de 2023 completarão sete décadas que o governo brasileiro implementou o programa atômico brasileiro, cujas iniciativas dotava o país de conhecimentos, tecnologias, equipamentos e materiais úteis para o domínio da energia nuclear (PATTI, 2014).

Presente entre os maiores detentores de reserva de urânio do mundo (INB, 2022), o Brasil, por meio do programa nuclear objetivou a aplicação pacífica da energia nuclear em diferentes campos da vida humana, como a geração de energia elétrica, a medicina, a agricultura, o meio ambiente e a indústria (ABEN, 2014).

A trajetória do programa nuclear no planejamento governamental demonstra que o Brasil atuou em várias frentes estratégicas no contexto da Política Nuclear, seja na forma de fornecedor de matéria-prima, desenvolvedor de estudos e pesquisas, importador e produtor de equipamentos e combustíveis, signatário de acordos e de cooperações técnicas e científicas nacionais e internacionais (PATTI, 2014).

Enfim, a Política Nuclear Brasileira teve recursos financeiros despendidos não somente na área de ciência e tecnologia, mas também nas áreas de energia, indústria, capacitação, gestão ambiental e cooperações internacionais (SIOP, 2022a).

Assim sendo, este tópico pretende responder a seguinte questão avaliativa:

Como tem se comportado a execução orçamentária e financeira do Programa Política Nuclear no período compreendido entre 2000 e 2021?¹

Para tanto, a presente análise pretende abordar o desempenho das ações relativas a questões nucleares sob a perspectiva dos programas governamentais do Plano Plurianual – PPA, cuja abrangência maior e mais norteadora propicia a compreensão das diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal em relação aos investimentos na Política Nuclear. Importante esclarecer que a Política Nuclear, ao longo dos PPAs analisados, teve Programas representativos diferentes, com Ações Orçamentárias associadas, sendo que cada uma tem um órgão ou entidade como responsável.

5.2 A Política Nuclear e a execução orçamentária do PPA

Conforme será demonstrado neste tópico, o planejamento expresso nos programas e objetivos do PPA e a evolução da execução das ações orçamentárias materializam o enfrentamento dos desafios impostos pela política nuclear: busca por autonomia e sustentabilidade do país na produção de energia nucleoeletrica, autossuficiência nas etapas do ciclo combustível com possibilidade de exportação de excedentes e a ampliação da oferta de produtos e serviços tecnológicos na área nuclear, tais como saúde, meio ambiente, agricultura e indústria. De acordo com a CNEN, o setor nuclear está dividido dentro do PPA 2020-2023 em três programas temáticos: “Energia Elétrica”, “Defesa Nacional” e “Política Nuclear”. Esse último, foco desta pesquisa, está alinhado com as seguintes atividades:

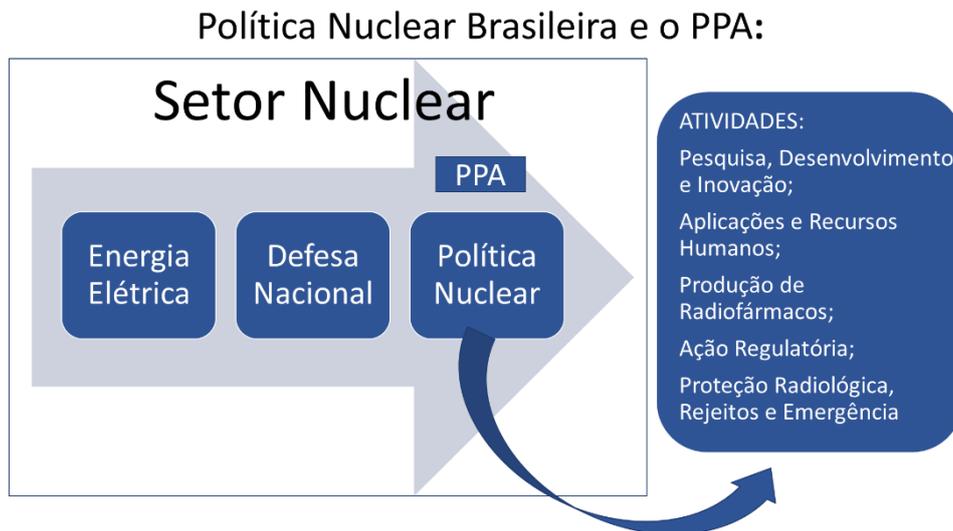
- Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação,

¹ A proposta inicial deste trabalho era realizar análise da execução orçamentária e financeira da ação orçamentária 20UX – Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares, executada pela CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Todavia, identificou-se, ao longo da pesquisa, um rol de programas de planejamento orçamentário governamental correlatos a temática em análise. São programas que sustentam o desenvolvimento da ciência e tecnologia do domínio nuclear, mas também se alicerçam nos pilares da área de energia, medicina, agricultura, meio ambiente e indústria, cujo ciclo de geração de conhecimentos culmina em produtos com benefícios para a sociedade, os quais não poderiam ser deixados de analisar conjuntamente. Também é interessante ressaltar que o período de análise, cuja orientação inicial de 10 anos (entre 2012 e 2021), foi estendido já que a preocupação com o seu planejamento estratégico existe muito antes de 2012. Dessa forma, apresenta-se uma análise da política nuclear ao longo dos seis PPAs em vigor entre 2000 e 2021.

- Aplicações e Recursos Humanos;
- Produção de Radiofármacos;
- Ação Regulatória; e
- Proteção Radiológica, Rejeitos e Emergência (CNEN, 2019).

A Figura 2 ilustra essa dinâmica:

Figura 2: Síntese da Política Nuclear no PPA



Fonte: CNEN. Elaboração: SOF.

Essas orientações, que balizam as atividades nucleares no país com fins seguros e pacíficos, nortearam o levantamento das informações junto a sites informativos do governo federal², Relatórios de Gestão dos Órgãos responsáveis e sistemas de extração de dados de planejamento e orçamento (SIOP e Tesouro Gerencial), que possibilitaram verificar o desempenho da execução orçamentária do planejamento governamental da Política Nuclear desde o PPA de 2000 – 2003 até o PPA em vigência, 2020 – 2023³, cujas análises serão aqui apresentadas.

No que diz respeito ao orçamento, verificou-se que, nesse período, a dotação e a execução orçamentária ficaram sob a responsabilidade das seguintes Unidades Orçamentárias (SIOP – Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento):

- 20101 – Presidência da República;
- 24101 – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – Adm. Direta – MCTI;
- 24204 – Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN;
- 24206 - Indústrias Nucleares do Brasil S.A. – INB;
- 24207 - Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. – NUCLEP;
- 24901 - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT;
- 32397 - Indústrias Nucleares do Brasil S.A. – INB; e
- 32398 - Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. – NUCLEP⁴.

Obs.: A partir de 2019, as Indústrias Nucleares do Brasil S.A. – INB e a Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. – NUCLEP passaram do Órgão Superior do MCTI para a supervisão do Órgão Superior do Ministério de Minas e Energia - MME, motivo pelo qual aparecem duas vezes, com código de UO distintos.

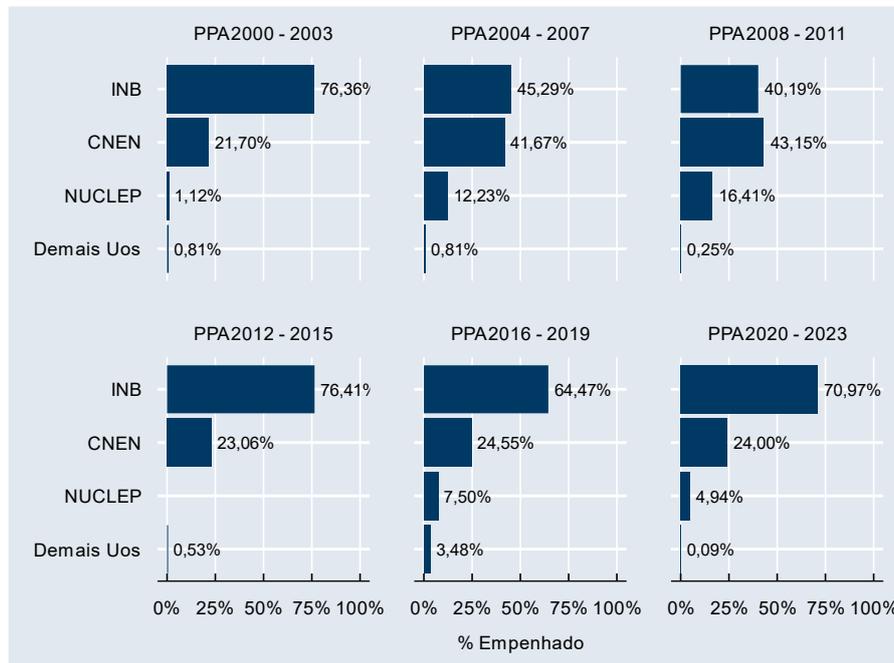
² <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>

³ A execução orçamentária em referência inclui os exercícios fechados de 2020 e 2021.

⁴ A partir de 2019, as Indústrias Nucleares do Brasil S.A. – INB e a Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. – NUCLEP passaram do Órgão Superior do MCTI para a supervisão do Órgão Superior do Ministério de Minas e Energia - MME, motivo pelo qual aparecem duas vezes, com código de UO distintos.

Contudo, ao longo dos seis PPAs analisados, a dotação e a execução ficaram concentradas em três Unidades Orçamentárias: CNEN, INB e NUCLEP, conforme explicitado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Dotação e execução orçamentária da Política Nuclear por Unidade Orçamentária - período 2000 a 2021



Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022.

Valores de execução orçamentária até dezembro/2021. O empenho liquidado inclui RAP (Restos a Pagar) não processado.

Fonte: SIOF. Elaboração: SOF.

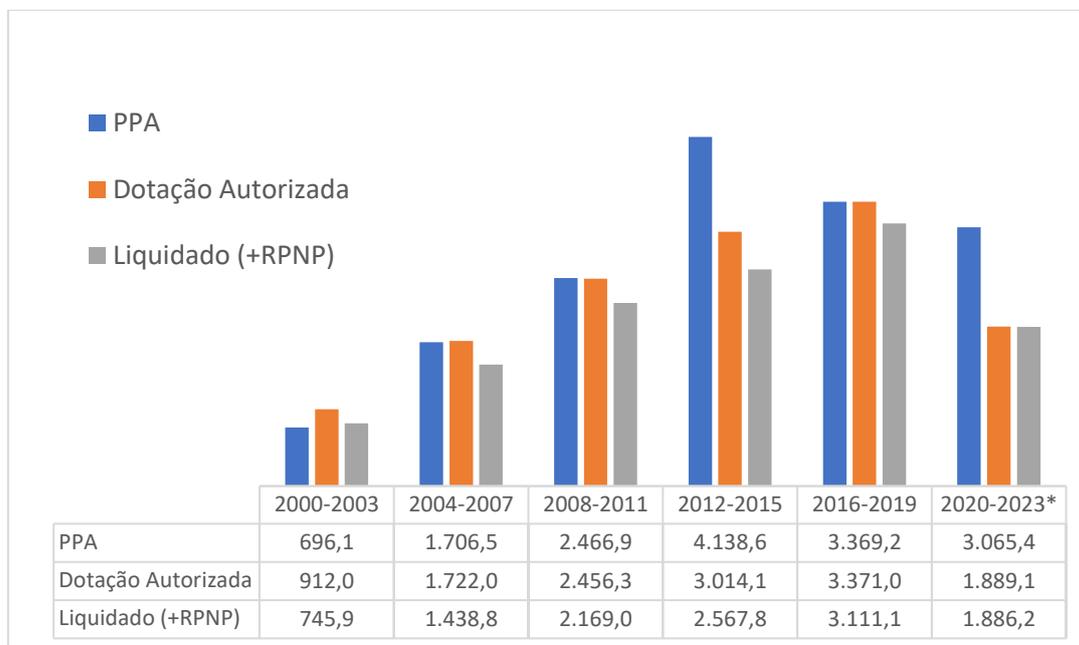
Os dados a seguir apresentados foram objeto de tratamentos. Por exemplo, observou-se que os Programas Nucleares dos PPAs de 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2011, apesar de serem finalísticos, incluíram na sua estrutura programática ações orçamentárias genéricas denominadas “Ações Padronizadas da União”. Trata-se de operações que perpassam diversos órgãos e/ou Unidades Orçamentárias sem contemplar as especificidades do setor ao qual estão vinculadas. Caracterizam-se por apresentar base legal, finalidade, descrição e produto padrão, aplicável a qualquer órgão (MTO, 2022;SIOF, 2022a). Nesse caso, foram identificadas ações de: gestão, remuneração de pessoal ativo, previdência, capacitação, publicidade e propaganda e de benefícios aos servidores que não estavam presentes nos demais PPAs. Por se tratar de ações com valores significativos e cuja natureza descritiva de suas finalidades não se coaduna e não contribui diretamente com os objetivos do programa estudado, optou-se por excluí-las do escopo da análise, a fim de viabilizar também as comparações e analogias entre os seis ciclos selecionados. Essas ações são identificadas no Quadro I – Ações Não Finalísticas Inclusas nos PPAs 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2011, no Anexo I do trabalho.

Inicialmente, cabe definir as três métricas que serão trabalhadas e analisadas comparativamente ao longo dos anos propostos, visando estabelecer padrões de cálculo e de investigação: i) os valores aprovados no PPA serão considerados “Valores Planejados” ou, simplesmente, “Valores PPA”; ii) a dotação orçamentária atualizada serão “Dotação Atual” ou “LOA Atual” e; iii) os valores empenhados liquidados, inclusos os restos a pagar, serão “Empenhos Liquidados” ou “Execução Orçamentária”.

Após essa consideração metodológica, o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta um breve comparativo dos seis ciclos dos PPAs analisados nesta pesquisa a partir dessas três métricas. A despeito de o planejamento inicial do PPA de 2012-2015, cujo valor atingiu a marca dos R\$4,1 bilhões de reais, representar o maior valor absoluto aprovado em todos os ciclos, como será demonstrado no desenvolvimento da análise, é o período em que houve o maior descasamento entre o plano e a realidade fiscal. O valor do PPA tão

discrepante da Lei Orçamentária Anual (LOA) indica que o Programa Política Nuclear nesse PPA não apresentou um planejamento próximo à realidade verificada nos anos seguintes. No caso da dotação disponibilizada, o PPA 2016-2019, até o ano referência desta pesquisa teve o maior índice, com R\$ 3,4 bilhões de orçamento e, também a maior execução consumada de R\$ 3,1 bilhão de reais, conforme demonstrado no gráfico II:

Gráfico 2: Comparativo do PPA, dotação e execução do Programa Nuclear –2000 a 2021 (R\$ Milhões)



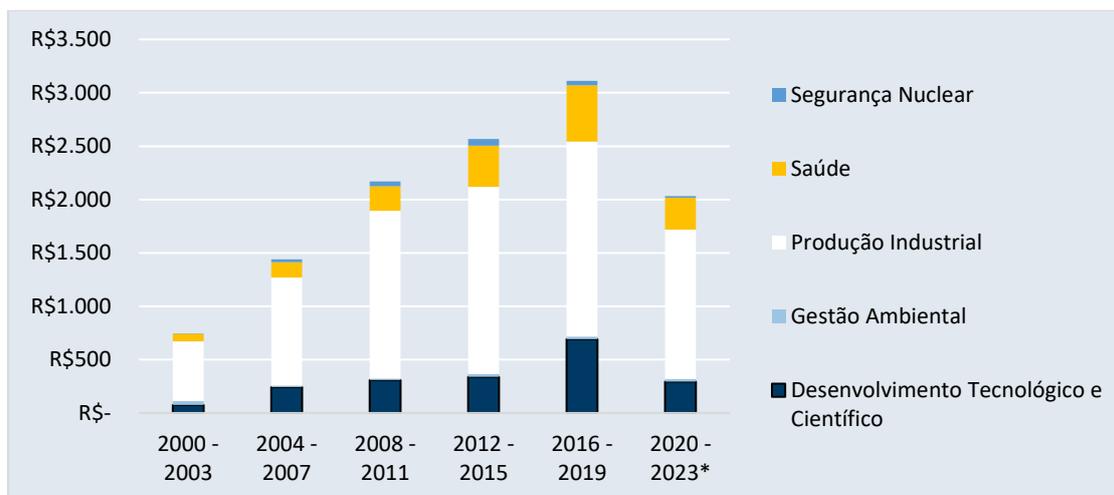
Valores de 2000 a 2019 deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

*Valores de execução orçamentária até dezembro/2021.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Após uma análise conjunta de todos os ciclos, observou-se também que o campo de aplicação da produção nuclear - indústria, medicina, tecnologia, meio ambiente e segurança - concentrou-se, orçamentariamente, na produção industrial, conforme demonstra o Gráfico 3.

Gráfico 3: Aplicação da Produção Nuclear – Empenhos liquidados + RAP



Fontes: SIOP.

Nota: * Valores até maio/2022. Somente ações finalísticas.

Os tópicos a seguir trazem uma breve análise de cada PPA estudado, demonstrando suas peculiaridades.

5.2.1 A Política Nuclear e a execução orçamentária do PPA 2000-2003

No PPA 2000-2003, a estrutura da Política Nuclear foi dividida em quatro programas temáticos, com objetivos próprios. Esses programas se orientaram para um campo próprio de aplicação, quais sejam: indústria, tecnologia, medicina e segurança, cujo objetivo maior é ampliar a capacidade de oferta de produtos e serviços, para atender a demanda e os benefícios dos usos pacíficos da energia nuclear e das radiações ionizantes. Os detalhes dessas ações são apresentados no Quadro A2 do Anexo 1, com as respectivas execuções orçamentárias.

A programação planejada para os quatro programas da política nuclear do PPA 2000-2003 totalizou R\$ 696 milhões (em valores de maio 2022). Ainda que a dotação final tenha sido superior ao previsto no plano, a execução orçamentária foi apenas 7% maior do que o previsto no PPA. A despeito dos indicadores físicos inicialmente projetados terem sido superiores aos originalmente estimados, a falta de informações sobre as avaliações daquela época não permite inferir com clareza se todos foram subestimados inicialmente, ou se é fruto de um bom desempenho por parte da unidade executora.

Quadro 3: Desempenho do PPA 2000-2003 (R\$ milhão)

Programa	Valor R\$ (a)	% de (a) sobre o total (b)	Dotação Atualizada R\$ (c)	*Execução Orçamentária R\$ (d)	% execução (e=d/a)	Indicadores Físicos	
						Inicial	Final
0270 - Produção de Componentes e Insumos para a Indústria Nuclear e de Alta Tecnologia	524,8	75,4%	695,5	556,4	106,0%	Etapas do ciclo do combustível nuclear com processo de produção nacional	
						51.000	69.800
0467 - Desenvolvimento Tecnológico na Área Nuclear	66,1	9,5%	63,8	58,3	88,2%	Produtos e serviços tecnológicos ofertados na área nuclear	
						75.650	110.850
0469 - Aplicações Nucleares na Área Médica	46,5	6,7%	77,3	74,5	160,2%	Procedimentos médicos realizados com produtos e técnicas nucleares	
						1.400.000.000	2.500.000.000
0504 - Segurança Nuclear	58,7	8,4%	75,4	56,7	96,6%	Taxa de implantação do sistema de proteção ao programa nuclear brasileiro	
						40.000	60.000
Total dos Programas	696,1	100%	922,1	745,9	107,2%		

Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

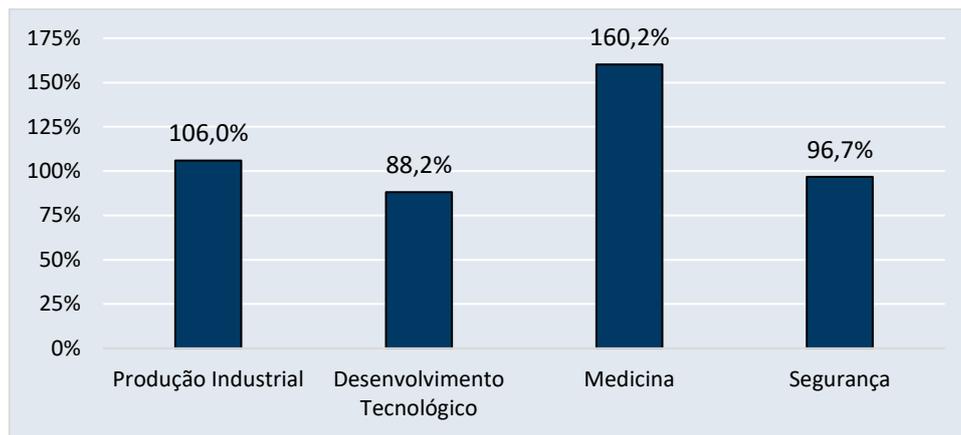
*Corresponde ao empenho liquidado, inclusive RAP não processado.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Dentre os quatro programas do PPA 2000-2003, o programa 0469 - Aplicações Nucleares na Área Médica alcançou o maior patamar de execução ante o previsto inicialmente, tanto no PPA, quanto na LOA. O investimento na área necessitou de 60% de ampliação da dotação para fazer face à execução orçamentária. Por sua vez, o indicador físico do programa - Procedimentos médicos realizados com produtos e técnicas nucleares – excedeu em 78% o quantitativo esperado.

No gráfico I estão ilustrados os desempenhos de cada área.

Gráfico 4: Percentuais de Execução Orçamentária de cada área



Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

A execução orçamentária corresponde ao empenho liquidado, inclusive RAP não processado.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

No que diz respeito ao aporte orçamentário, o destaque é para o programa 0270-Produção de Componentes e Insumos para a Indústria Nuclear e de Alta Tecnologia. Nesse programa, a execução da ação 2482-Fabricação do Combustível Nuclear correspondeu a quase 57% do montante dos quatro programas analisados. Trata-se de ação cuja finalidade é suprir a demanda de elementos combustíveis necessários à operação das usinas nucleares de Angra I e Angra II⁵ (SIOP, 2022b), principal fase do ciclo do combustível nuclear.

Por sua vez, segundo as Indústrias Nucleares do Brasil S.A. – INB, a produção de urânio enriquecido faz parte do processo da produção nuclear que também alimenta a operação das Usinas de Angra. Trata-se da etapa mais complexa do ciclo do combustível nuclear (SIOP, 2022b). Essa logística/cadeia produtiva também é observada na execução da ação 1393 - Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrífugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica, responsável por quase 11% (R\$80,2milhões) do total dos quatro programas nucleares, ficando atrás apenas da ação da produção de combustível.

A elevada alocação e execução de recursos nesse programa demonstra a importância dada pelo planejamento do PPA à expansão da capacidade industrial do ciclo do combustível nuclear. O objetivo era o domínio completo do ciclo e avançando no sentido da sua nacionalização, tendo o contexto do planejamento energético nuclear nacional refletido no PPA. O indicador físico “Etapas do ciclo do combustível nuclear com processo de produção nacional” apresentou resultado superavitário de 37%, de acordo com o Quadro 1.

Finalmente, ainda segundo a INB, é importante observar que a geração de energia é o foco de todas estas etapas do ciclo do combustível que terão continuidade nos PPAs subsequentes. O raciocínio deriva do fato de que a fonte nuclear é uma das alternativas que fará parte da ampliação das fontes complementares na matriz elétrica do País.

5.2.2 As execuções orçamentárias do PPA 2004 – 2007 e do PPA 2008 - 2011

As estruturas dos PPAs 2004-2007 e 2008-2011 se diferenciaram da estrutura da sua antecessora pela unificação das ações orçamentárias do setor nuclear num só programa temático, mais genérico, que também apresentou um único objetivo, também genérico. O detalhamento dessas ações pode ser conferido no Quadro A4, do Anexo I. Abaixo segue um quadro resumo de seu desempenho:

⁵ Só existiam as unidades Angra I e II à época.

Quadro 4: Desempenho dos PPAs 2004 – 2007 e 2008 – 2011 (R\$ milhão)

PROGRAMA / OBJETIVO					
1113 - Nacional de Atividades Nucleares	Assegurar o uso pacífico e seguro da energia nuclear, desenvolver ciência e tecnologia nuclear e correlatas para a medicina, indústria, agricultura, meio ambiente e geração de energia e atender ao mercado de equipamentos, componentes e insumos para indústria nuclear e de alta tecnologia				
PPA	VALOR PPA (a)	DOTAÇÃO ATUAL (b)	EMPENHO LIQUIDADADO (c)	% execução PPA (d)=(c/a)	% execução orçam. (e)=(c/b)
2004 - 2007	1.706,5	1.722,0	1.438,8	84,3%	83,6%
2008 - 2011	2.466,8	2.456,3	2.169,0	87,9%	88,3%

Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

(c) Corresponde ao empenho liquidado, inclusive RAP não processado.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Como pode ser observado no Quadro 4, a execução do PPA 2004-2007 atingiu 84,3% do valor referencial do PPA, com execução orçamentária da LOA de 83,6%. Apesar de estar mais enxuto com relação à quantidade de ações orçamentárias (38 ações) em comparação com o PPA 2000-2003 (45 ações), o incremento monetário do valor do PPA foi de 145%, com consequente aumento da dotação orçamentária, de 87%.

Por sua vez, o valor do PPA 2008-2011 cresceu 44,5% em relação ao seu antecessor, com 43% a mais de dotação orçamentária. Esse PPA apresentou execução orçamentária de quase 88% do seu valor referencial, e sofreu um enxugamento ainda maior, passando para apenas 20 ações orçamentárias.

Como já observado, novamente teve destaque no PPA 2008-2011 a parceria das ações 2482 - Fabricação do Combustível Nuclear e 1393 - Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrífugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica, responsáveis pelas principais etapas do ciclo do combustível, cujo objetivo precípua é a geração de energia nuclear (INB). A manutenção da mesma linha de ação do PPA antecessor se define pela finalidade de nacionalização do ciclo do combustível nuclear.

A continuidade dos benefícios gerados para a sociedade na área médica, no PPA 2008-2011, por meio das ações 2478-Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica e 1405-Ampliação das Instalações e da Capacidade de Produção de Radioisótopos e Radiofármacos também foram mantidas.

Não obstante, a novidade desses PPAs é a ação “4930-Fabricação de Equipamentos para as Indústrias Nuclear e Pesada de Alta Tecnologia” que, segundo a Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A - NUCLEP⁶ é responsável pela ampliação do parque industrial voltado para o fornecimento dos componentes pesados para as usinas nucleares, como por exemplo, os geradores de vapor para a usina de Angra I, cuja nova etapa de funcionamento e de processamento do ciclo do combustível nuclear passou a requerer novas demandas.

5.2.3 A Execução Orçamentária do PPA 2012 – 2015

O PPA 2012-2015 adotou um programa com denominação direta “Política Nuclear” no qual os objetivos estruturam o conjunto de ações necessárias para o atendimento das atividades nucleares no país. No total, foram sete objetivos relacionados a essa temática.

Em toda a série analisada, o PPA 2012 – 2015 apresenta a maior previsão de recursos em valores reais. Conforme exposto inicialmente, apesar de contar com o maior planejamento inicial, apenas 62% do valor referencial do PPA foi executado, evidenciando o maior descolamento fiscal em todo o ciclo analisado. O percentual da dotação orçamentária com relação ao valor do PPA aprovado também sofreu queda de 27%. Apesar disso, a execução orçamentária sobre a LOA só atingiu 85%. De acordo com o Relatório Anual de Avaliação, esse baixo desempenho fiscal refletiu em resultados com algumas frustrações para os principais objetivos estipulados. O quadro a seguir apresenta os percentuais de desempenho financeiro de cada objetivo estipulado no PPA.

⁶ <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/>

Quadro 5: Desempenho Financeiro dos Objetivos do Programa Política Nuclear – PPA 2012 – 2015 (R\$ milhão)

PROGRAMA / OBJETIVO	VALOR PPA (a)	DOTAÇÃO ATUAL (b)	EMPENHO LIQUIDADADO (c)	% execução PPA (d)=(c/a)	% execução orçam. (e)=(c/b)
2059 – Política Nuclear	4.138,6	3.014,1	2.567,8	62,0%	85,2%
0323 - Aumentar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos no país, para ampliar o acesso à medicina nuclear pela população brasileira.		427,6	390,1		91,2%
0325 - Expandir e implantar, em escala capaz de suprir a demanda nacional, o ciclo completo para produção do combustível nuclear.		2.330,8	1.951,6		83,7%
0326 - Implantar programa de formação especializada do setor nuclear, envolvendo universidades e centros tecnológicos, voltados para os segmentos de pesquisa avançada, desenvolvimento tecnológico e indústria nuclear.		17,1	15,3		89,6%
0327 - Fortalecer o sistema de regulação nuclear para garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear e das radiações ionizantes no país.		37,1	32,8		88,6%
0328 - Desenvolver a tecnologia nuclear e suas aplicações para atender aos diversos usos na área civil.		175,6	164,3		93,6%
0329 - Identificar e definir soluções para a deposição definitiva dos rejeitos radioativos de média e baixa atividade, visando a proteção da população e do meio ambiente.		18,8	7,7		40,8%
0573 - Aprimorar as atividades de proteção ao programa nuclear e o atendimento a emergências radiológicas e nucleares.		7,1	6,0		84,1%

Valores de referência deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

(c) se refere a empenhos liquidados, inclusive Restos a Pagar Não Processado (RPNP).

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

O destaque desse PPA foi a entrada em operação do Reator Multipropósito Brasileiro – RMB, que teve a previsão de atingir 50% da sua implantação frustrada por restrições orçamentárias. Esse tema será tratado especificamente mais adiante.

A meta do objetivo “0323 - Aumentar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos no país, para ampliar o acesso à medicina nuclear pela população brasileira” foi alcançada, apesar das dificuldades geradas pela instabilidade do fornecimento do elemento químico pelo mercado internacional.

No caso do objetivo “0325 - Expandir e implantar, em escala capaz de suprir a demanda nacional, o ciclo completo para produção do combustível nuclear”, continuamente a execução da ação “2482-Fabricação do Combustível Nuclear” tem se mantido constante, inclusive o atendimento da meta de demanda de elementos combustíveis. Porém, fazem parte também do ciclo da produção do combustível que contribuem para o objetivo mais sete ações e, segundo o Relatório de Avaliação, a falta de verba orçamentária, a complexidade de implementação e questões de licenciamento ambiental foram os principais motivos pela frustração do projeto da maioria delas.

Com relação ao objetivo “0326 - Implantar programa de formação especializada do setor nuclear, envolvendo universidades e centros tecnológicos, voltados para os segmentos de pesquisa avançada, desenvolvimento tecnológico e indústria nuclear”, sua única meta – “Formar 164 novos profissionais em temas de interesse do setor nuclear” foi superior ao planejado em 2,4%.

Ao final de 2015, a ação “20UW - Segurança Nuclear e Controle de Material Nuclear e Proteção Física de Instalações Nucleares e Radiativas”, era a única responsável pelo objetivo “0327 - Fortalecer o sistema de regulação nuclear para garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear e das radiações ionizantes no país” do programa. Apesar das dificuldades, inclusive de disponibilidade orçamentária, apontadas pela Unidade Gestora, superou em 90% a meta física da ação: “Instalação controlada” (SIOP, 2022c). Porém, de acordo com o Relatório de Avaliação do PPA, não há informações de metas quantitativas para este objetivo.

Observa-se que o principal entrave do objetivo “0328 - Desenvolver a tecnologia nuclear e suas aplicações para atender aos diversos usos na área civil” foi a ação “13CN-Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear” que, também por motivos de recursos orçamentários escassos só conseguiu atingir 4% dos 80% de meta de implantação do Laboratório para o período. Apesar disso, a área de fomento e de pesquisa teve um ótimo desempenho, superando em 10% a meta anual de 450 pesquisas científicas e tecnológicas.

Grande parte do desempenho de apenas 41% de execução do objetivo “0329 - Identificar e definir soluções para a deposição definitiva dos rejeitos radioativos de média e baixa atividade, visando a proteção da população e do meio ambiente” se deve ao baixo percentual de liberação do orçamento (apenas 1,7% de todo o valor previsto para o período 2012-2015) para a ação “13CM Implantação do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental – CENTENA”, motivo pelo qual a CNEN não tem conseguido manter o cronograma de execução do projeto (Relatório de Avaliação do PPA).

De acordo com o Relatório de Avaliação do PPA, não há informações de metas quantitativas para o objetivo “0573 - Aprimorar as atividades de proteção ao programa nuclear e o atendimento a emergências radiológicas e nucleares”. Porém, no Acompanhamento Orçamentário do SIOP, a ação “2468-Atendimento a Emergências Radiológicas e Nucleares”, cujo produto é “Situação atendida”, a meta do objetivo, “Atendimento a emergências radiológicas e nucleares”, somando-se a execução física com as metas do localizador reprogramadas a cada ano, tem-se um total de 32% de resultado alcançado, o que parece atestar incompatibilidade de dimensionamento com a programação orçamentária, que apresentou execução de 91,5% da ação orçamentária.

Por outro lado, para a ação “2B27-Proteção e Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro”, que faz parte do mesmo objetivo, o resultado do produto da ação “Sistema mantido” é de 100% para o quadriênio. Porém, não é possível averiguar o resultado da meta do objetivo “Modernização da infraestrutura, dos procedimentos, da capacitação e do sistema normativo do Sistema de Proteção do Programa Nuclear Brasileiro (SIPRON)”, que vem a ter uma perspectiva bem mais qualitativa.

5.2.4 A Execução Orçamentária do PPA 2016 – 2019

Seguindo o mesmo modelo do PPA anterior, o PPA 2016-2019 está estruturado em seis objetivos num mesmo programa temático de Política Nuclear (houve a supressão de um objetivo e substituição de outros dois). Apesar do quadro de recessão que se iniciou em 2015, observa-se que a execução das ações orçamentárias do PPA alcançou 92% sobre a dotação e sobre o valor referencial do PPA, uma vez que ambos praticamente se igualaram ao final do quadriênio. Isso demonstra uma compatibilidade maior entre o PPA e as LOAs nesse período. O Quadro 6 traz a execução por objetivos, que também tiveram desempenhos melhores que o seu antecessor.

Quadro 6: Desempenho Financeiro dos Objetivos do Programa Política Nuclear – PPA 2016 - 2019 (R\$ milhão)

PROGRAMA / OBJETIVO	VALOR PPA (a)	DOTAÇÃO ATUAL (b)	EMPENHO LIQUIDADADO (c)	% execução PPA (d)=(c/a)	% execução orçam. (e)=(c/b)
2059 – Política Nuclear	3.369,2	3.371,0	3.111,1	92,3%	92,3%
0323 - Aumentar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos no país, para ampliar o acesso à medicina nuclear pela população brasileira.		707,36	635,74		89,9%
0325 - Expandir e implantar, em escala capaz de suprir a demanda nacional, o ciclo completo para produção do combustível nuclear.		2.135,30	2.005,73		93,9%
0327 - Fortalecer o sistema de regulação nuclear para garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear e das radiações ionizantes no país.		40,93	39,79		97,2%
0328 - Desenvolver a tecnologia nuclear e suas aplicações para atender aos diversos usos na área civil.		191,07	188,26		98,5%
1068 - Fortalecer as atividades de proteção do público, dos trabalhadores e do meio ambiente por meio de ações de proteção radiológica, gerenciamento de rejeitos radioativos e resposta a situações de emergência.		11,85	8,18		69,0%
1081 - Produzir equipamentos pesados para as indústrias nuclear e de alta tecnologia, mantendo a capacidade nacional no setor.		284,49	233,37		82,0%

Valores de referência deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

(c) se refere a empenhos liquidados, inclusive RPNP.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

A despeito dos percentuais de execução alcançados, o Relatório de Avaliação do PPA 2016-2019 aponta que o orçamento disponibilizado no quadriênio parece não ter sido o bastante para as prioridades estipuladas inicialmente neste planejamento. Constatou-se ao longo da apuração das metas quantitativas que o seu dimensionamento era incompatível com a programação financeira.

Aliada a isso, alterações das prioridades do governo em função da descontinuidade da estratégia da política pública parecem ter sido alguns dos principais motivos para a frustração das metas de importantes objetivos. A exemplo do aumento do fornecimento de radiofármacos, da ampliação da Unidade de Concentrado de Urânio em Caetité e da produção de equipamentos e componentes para as indústrias nuclear e de alta tecnologia.

Observe-se que o primeiro objetivo prejudicado está relacionado à ação orçamentária “2478-Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica” com histórico de continuidade de alta execução, que é o fornecimento de radiofármacos. O terceiro objetivo prejudicado está relacionado à ação orçamentária “20V1-Fabricação de Equipamentos Pesados para as Indústrias Nuclear e de Alta Tecnologia” que também tem crescimento de execução, que é a produção de equipamentos⁷.

5.2.5 A Execução Orçamentária do PPA 2020 – 2023

De acordo com o Anexo I da Lei nº 13.971/2019, que instituiu o Plano Plurianual 2020-2023 para o quadriênio, o montante do orçamento dos dois anos do PPA até 2021 soma R\$ 1.889,1 milhões. Por ser um plano com maior aderência orçamentária, o valor previsto no PPA das LOAs 2020 e 2021, atingiram juntas execução de 99,8%, conforme demonstrado no Quadro 7.

⁷ A descrição da ação a partir do PPA 2016-2019, quando a UO responsável NUCLEP passou para o Órgão Superior MME, foi alterada para: “20V1-Fabricação de Equipamentos Pesados para as Indústrias Nuclear e de Alta Tecnologia”, em PPAs passados, quando a NUCLEP pertencia ao MCTI, a descrição era “4930-Fabricação de Equipamentos para as Indústrias Nuclear e Pesada de Alta Tecnologia”.

Quadro 7: Execução Orçamentária do PPA 2020 - 2023 do Programa Nuclear (R\$)

PROGRAMA		OBJETIVO	VALOR PROGRAMA
2206	Política Nuclear	Promover o desenvolvimento da tecnologia nuclear e suas aplicações, para ampliar a capacidade de oferta de produtos e serviços, para atender a demanda e os benefícios dos usos pacíficos da energia nuclear e das radiações ionizantes, de forma segura e sustentável.	3.065.389.000,00**
		AÇÃO ORÇAMENTÁRIA	DOTAÇÃO ATUAL
			EMPENHO LIQUIDADO*
12P1	Implantação do Reator Multipropósito Brasileiro		1.686.453,00
1393	Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrífugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica		28.808.410,00
13CM	Implantação do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental - CENTENA		1.894.698,00
13CN	Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear		75.767,00
13CP	Ampliação da Unidade de Concentração de Urânio em Caetité no Estado da Bahia		9.332.207,00
20I3	Descomissionamento de Unidades Minerio-Industriais de Material Radioativo com Recuperação de Áreas Degradadas		15.468.411,00
20UW	Segurança Nuclear, Controle de Material Nuclear e Proteção Física de Instalações Nucleares e Radiativas		11.803.172,00
20UX	Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares		141.509.007,00
20V1	Fabricação de Equipamentos Pesados para as Indústrias Nuclear e de Alta Tecnologia		92.026.734,00
215N	Prestação de Serviços Tecnológicos		1.193.234,00
218E	Armazenamento de Rejeitos Radiativos e Proteção Radiológica		5.407.790,00
2478	Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica		279.139.378,00
2482	Fabricação do Combustível Nuclear		1.288.721.715,00
2B27	Proteção e Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro		1.777.376,00
2B32	Formação Especializada em Ciência e Tecnologia na Área Nuclear		10.256.897,00
		Total da execução orçamentária	1.889.101.249,00
			1.886.219.212,71

Elaboração: SOF.

*A execução se refere a empenhos liquidados, inclusive RNP dos exercícios de 2020 e 2021.

**Valor constante da Lei nº 13.971/2019, que institui o Plano Plurianual 2020-2023, para os quatro anos do PPA, Anexo I, atualizado em maio/2022.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

A maturidade que o PPA 2020-2023 promove está nas perspectivas apresentadas e resultados esperados, dado os problemas que se propõe a enfrentar e a meta que se propõe a atingir. Seu programa, objetivo e estrutura programática orçamentária encontram-se mais enxutos.

O objetivo do programa foca no resultado das ações, promovendo o desenvolvimento da tecnologia nuclear e suas aplicações para ampliar a capacidade de oferta de produtos e serviços. Sua meta é reduzir o Índice de Autonomia Nacional em Produtos e Serviços Derivados da Tecnologia Nuclear – IANTN de 0,75 para 0,41 ao final do quadriênio.

De acordo com a Lei do PPA⁸, o IANTN é um indicador formado pela composição do quociente entre os valores despendidos com a importação de insumos sobre o faturamento obtido com a venda de produtos de três grandes atores do setor nuclear brasileiro, quais sejam, a CNEN, a INB e a NUCLEP. Assim, processos como a expansão em curso no parque de enriquecimento da Fábrica de Combustíveis Nucleares da INB que passam a ser desenvolvidos no país reduziram os custos de importação, em comparação com o faturamento dos produtos nacionais. A fórmula de cálculo do IANTN é assim concebida no PPA:

$$\text{IANTAN} = [(Irad/Frad) + (1-Pen/Den) + (1-Pu3/Du3)] / 3$$

Conforme melhor detalhado no item 2.2, no caso da primeira parte da equação (Irad/Frad), que se refere à atuação dos radiofármacos, de responsabilidade da CNEN, trata-se do índice resultante da quantidade de

⁸ Lei nº 13.971/2019.

importação de insumos, matéria prima e serviços para a produção dos mesmos, em função do faturamento por ocasião da sua venda. Caso ocorra maior quantidade de produção nacional do radiofármaco e consequente menor demanda por produtos externos, implica num bom indicativo para o alcance da meta.

Os numeradores “Pen” e “Pu3”, referentes às produções nacionais de urânio enriquecido em Unidades de Trabalho de Separação (UTS), e de concentrado de urânio em kg de U3O8, respectivamente. Considerando que os denominadores “Den” e “Du3” são as demandas anuais para as Usinas Angra 1 e 2 desses dois produtos, isto é, são valores não variáveis, então quanto maior a quantidade de produção nacional do urânio enriquecido e do concentrado de urânio, menor será o gasto com a importação dos mesmos, e melhor será para a composição do indicador.

Ocorre que, segundo a CNEN, a meta de redução do IANTN estipulada em 0,57 para o exercício de 2021 não foi alcançada. Longe disso, a dependência foi elevada para o patamar de 0,92. Da mesma forma, a meta estabelecida para 2020 que era de 0,58, não foi reduzida, ficando no patamar de 0,89. Segundo o Órgão, no que se refere aos radiofármacos, o aumento dos custos de importação dos insumos utilizados na sua cadeia produtiva se deveu à situação de recessão econômica relacionada à pandemia do COVID-19 forte a forte desvalorização cambial do Real posterior (CNEN, 2021).

A despeito do percentual de alta execução das ações consignadas no orçamento da Comissão, ela justifica o não atingimento de suas metas físicas intermediárias em função das restrições impostas pela pandemia que se alastrou durante o período 2020/2021. Em muitas situações, os gastos financeiros efetuados são originários da manutenção preventiva e da operação mínima dos equipamentos, já que a total paralisação poderia causar danos irreversíveis a muitos deles, mesmo que as atividades laborais tenham sido reduzidas (CNEN, 2021).

No que se refere à INB, para alcançar a meta do PPA, seu objetivo principal foi conduzir a Companhia à sustentabilidade econômica. Para tanto, buscou-se a redução da dependência internacional em produtos e serviços voltados para a realização das etapas do ciclo do combustível nuclear, principal atividade do Órgão dentro do Programa Nuclear. Com relação ao IANTN, o índice foi afetado sob dois aspectos pelas atividades da INB. Pela ótica da meta da produção do concentrado de urânio, o resultado não foi atingido por conta da escassez de recursos orçamentários, o que baixou o faturamento da empresa. Pela alta de preços nos insumos de mineração no mercado internacional, aumentando os custos de importação de produtos utilizados nos seus processos de produção.

A NUCLEP, empresa pública, de capital fechado, com atuação na indústria de caldeiraria pesada, com tecnologia para fornecer equipamentos com alta complexidade de fabricação, cujo acionista controlador, detentor de 100% das ações ordinárias é a União, possui atualmente uma Ação Governamental consignada na Política Nuclear: 20V1-Fabricação de Equipamentos Pesados para as Indústrias Nuclear e de Alta Tecnologia. As entregas iniciadas e realizadas no período 2020/2021. Em sintonia com a execução de 100% do orçamento disponibilizado para a ação orçamentária, houve o fornecimento de 3 Condensadores e 8 Acumuladores para a Usina Angra III. Para a Entidade, dentre os seus grandes objetivos estratégicos estipulados a curto prazo estava a meta de aumentar o faturamento em R\$ 60 milhões. Porém, a meta foi frustrada em R\$ 22,2 milhões (37%), que também influenciou no resultado do IANTN.

5.3 A Política Nuclear e a execução orçamentária do PPA

A Ação Orçamentária 20UX - Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares passou a integrar o rol dos Programas Nucleares a partir do PPA 2012-2015. Seu objetivo é a realização de pesquisas científicas e tecnológicas que resultam em produtos e serviços que contribuem diretamente para a qualidade de vida da população, pois entende-se que, além da geração da energia elétrica, existe uma variedade de aplicações da tecnologia nuclear nas áreas de saúde, meio ambiente, agricultura e indústria, que demandam, continuamente, avanços nesse sentido (Relatório de Avaliação do PPA 2012-2015).

A ação 20UX é dividida em Planos Orçamentário - POs que expressam, com maiores detalhes, o acompanhamento físico e financeiro da execução. O Quadro 8 demonstra o acompanhamento e o desdobramento da execução da ação ao longo das suas atividades.

Quadro 8: Execução Orçamentária da Ação 20UX dos PPAs de 2012 a 2023 (R\$ mil)

Ação 20UX - Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares						
Plano Orçamentário / PPA	2012-2015*		2016-2019*		2020-2023**	
	Dotação Atual	Empenho Liquidado	Dotação Atual	Empenho Liquidado	Dotação Atual	Empenho Liquidado
-----	1.948,2	-	-	-	-	-
0000 - Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares - Despesas Diversas	-	-	-	-	500,0	267,1
0002 - Funcionamento dos Laboratórios dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	60.840,5	60.765,4	149.339,4	148.967,2	116.283,1	115.959,3
0003 - Desenvolvimento e Fornecimento de Tecnologias Nucleares para o Setor Produtivo	7.010,3	6.932,4	-	-	-	-
0004 - Pesquisa e Desenvolvimento em Fusão Termonuclear Controlada	264,8	258,5	-	-	-	-
0005 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Nucleares e em Aplicações de Radiações Ionizantes	24.179,3	23.757,9	19.869,2	18.888,8	11.580,6	11.375,9
RO02 - Funcionamento dos Laboratórios das Unidades Técnico-Científicas da CNEN - Regra de Ouro	-	-	-	-	13.096,4	13.021,5
0007 - Fomento ao Estudo e Avaliação de Reatores Nucleares Modulares de Pequeno Porte	-	-	-	-	48,8	36,7
Total	94.243,0	91.714,2	169.208,7	167.856,0	141.509,0	140.660,6

Fonte: SIOP. Elaboração: SOF.

*Valores de dotação e execução do PPA 2012-2015 e 2016-2019 de empenhos liquidados, inclusive RPNP, deflacionados pelo IPCA de maio/2022.

**A execução do PPA 2020-2023 se refere a empenhos liquidados, inclusive RPNP dos exercícios de 2020 e 2021, não deflacionados.

Como observado, a Ação 20UX se desdobra em dois POs permanentes e outros não permanentes que variam de temas ao longo dos anos. O primeiro PO permanente – 0002-Funcionamento dos Laboratórios das Unidades Técnico-Científicas da CNEN – tem como finalidade a manutenção dos laboratórios da CNEN para a execução de processos de manutenção técnica preventiva e corretiva de equipamentos de alta tecnologia e de instalações específicas, e no fornecimento de insumos e componentes para o adequado funcionamento desses equipamentos e instalações, peças essenciais para a realização das atividades de pesquisa e desenvolvimento das ações finalísticas. O segundo – 0005-Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicações das Radiações Ionizantes – tem por objetivo realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento que visem promover o avanço científico e tecnológico dos setores de energia, saúde, indústria, agricultura e meio ambiente do País, por meio do uso da tecnologia nuclear e das aplicações das radiações ionizantes.

Por sua vez, os POs não permanentes atendem a temas com grande potencial de aplicação e que demandam maior atenção, ao menos num determinado período de tempo, para se verificar a melhor estratégia de conduzi-los na CNEN. Considerando que ao longo de suas atividades os POs permanentes responderam por 97% da execução, esta análise irá se concentrar apenas nos POs permanentes.

De acordo com o Cadastro de Ações/SIOP, a implementação da ação se dá a partir de orientações estratégicas estabelecidas pela CNEN, em conformidade com a sua atribuição de promover e incentivar a pesquisa científica e tecnológica no campo da energia nuclear. Os produtos ofertados pelas atividades de P&D do Órgão são conhecimento científico (publicações técnicas) e tecnologia (protótipos, processos, métodos, softwares) nas áreas nuclear e correlatas. A CNEN observa que toda essa produção vem capitalizando acervo considerável de conhecimento, materializado pelo desenvolvimento e geração de inovações científicas e tecnológicas, mediante a proteção e manutenção dos seus direitos de sua propriedade intelectual. Abaixo segue quadro do resultado dos produtos da ação dos POs permanentes.

Quadro 9: Resultado dos produtos dos POs permanentes

Produtos / PO /PPA	0002 - Funcionamento dos Laboratórios dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN				0005 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Nucleares e em Aplicações de Radiações Ionizantes			
	2012-2015 ¹	2016-2019	2020-2023 ²	Totais	2012-2015 ¹	2016-2019	2020-2023 ²	Totais
Produção científica	1.965	1.421	995	4.381	-	-	-	-
Tecnologia desenvolvida	446	621	287	1.354	-	-	-	-
Análise realizada	-	-	-	-	3.891	23.342	2.041	29.274
Propriedade intelectual	-	-	-	-	83	44	19	146

Fontes: Relatórios de Gestão CNEN 2013 a 2021 e Acompanhamento Orçamentário/SIOP.

¹ Não incluso resultado de produtos de 2012, exercício em que não houve execução orçamentária.

² Apenas resultados dos exercícios de 2020 e 2021.

Obs.: A produção científica refere-se a artigos publicados em periódicos indexados nacionais e internacionais e trabalhos apresentados em congressos nacionais e internacionais.

Assim sendo, observa-se que o produto dessa ação orçamentária, número de publicações indexadas, representa somente uma parte da produção científica do produto do PO 0002. Os resultados dessa ação orçamentária são mais abrangentes, pois culminam em tecnologias desenvolvidas, as análises realizadas em suporte aos serviços de tecnologia e atividades de metrologia científica e industrial. Todos esses produtos (e serviços) são realizadas nos laboratórios mantidos pela CNEN, bem como o desenvolvimento e geração de inovações científicas e tecnológicas protegidos pela propriedade intelectual.

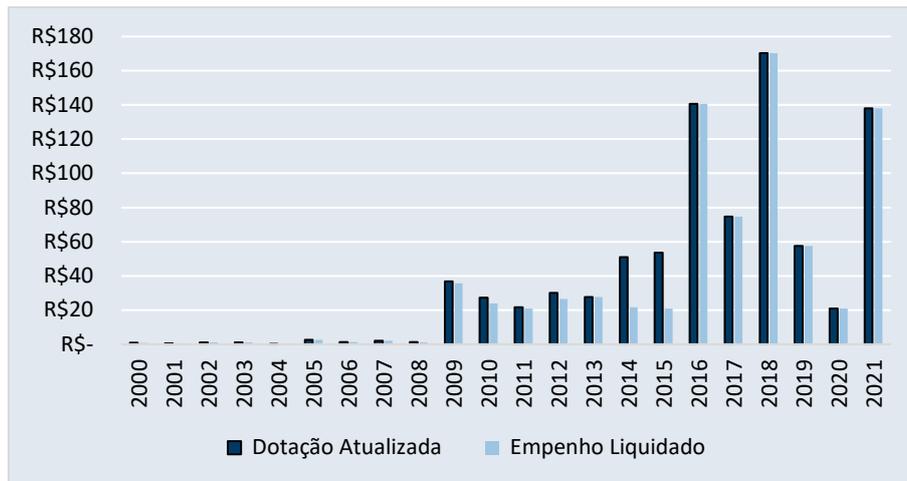
5.4 O Orçamento das Cooperações Técnicas e Tratados Pacíficos Nucleares

O Programa Nuclear Brasileiro foi marcado também pela participação do Brasil em acordos, cooperações técnicas e tratados pacíficos ao longo de sua extensão. A realização de intercâmbio técnico e científico, por meio de acordos de mútua cooperação, com organismos nacionais e internacionais, objetivou apoiar a inserção internacional dos institutos nucleares brasileiros e alavancar parcerias externas para o programa (SIOP, 2022b).

Os montantes orçamentários passíveis de extração no SIOP, a partir do ano de 2000, expressam a relevância e a evolução da inserção da representativa nacional no setor nuclear em termos de parceria e participação em Organismos Nacionais e Internacionais. Ao longo do período de 2000 a 2021, essas parcerias somaram o montante de R\$795 milhões de reais.

Ao todo, foram identificadas 12 ações relacionadas a esse tipo de despesa. Entre elas, destaca-se a ação orçamentária 0869 - Contribuição à Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA. Essa ação concentrou R\$ 423 milhões empenhados no período. Abaixo segue gráfico demonstrativo do histórico das contribuições ao longo dos 22 anos. O Gráfico 5 a seguir apresenta os valores historicamente dispendidos com essas despesas.

Gráfico 5: Histórico do Orçamento da Participação em Organismos Nacionais e Internacionais – 2000 a 2021

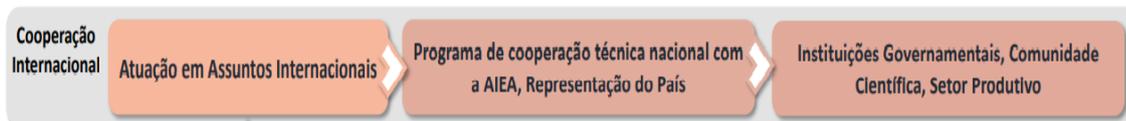


Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022.
Fonte: SIOP.

O primeiro acordo nuclear brasileiro foi firmado em 1940 com os EUA, para a prospecção de minerais radioativos (PATTI, 2014). De acordo com o gráfico, observa-se que as despesas com cooperações ganharam força a partir de 2009, e teve o seu ápice em 2018, ano em que foi publicado o Decreto 9.600, que consolidou as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira. A cooperação internacional para o uso pacífico da tecnologia nuclear é uma das diretrizes da Política Nuclear Brasileira, cujo princípio de respeito a convenções, acordos e tratados dos quais a República Federativa do Brasil seja signatária são estabelecidos no artigo 3º, inciso II do referido Decreto, assinado em 5/12/2018.

De acordo com o Relatório de Gestão da CNEN, a Cooperação Internacional é um dos processos aplicados no seu modelo de negócios, cuja transformação dos insumos disponíveis permite à Instituição gerar valor para a sociedade brasileira, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Processo de transformação da Cooperação Internacional



Fonte: CNEN, 2019.

Nesse contexto, o uso pacífico da tecnologia nuclear é uma prerrogativa às normas nacionais e acordos internacionais assumidos pelo Brasil. De acordo com a CNEN, a ação orçamentária sob sua responsabilidade 6147 - Cooperação Internacional em Ciência, Tecnologia e Inovação pressupõe atividades de participação de representantes institucionais e de profissionais do setor nuclear brasileiro em atividades, fóruns ou eventos internacionais, bem como através do apoio financeiro à realização de projetos e atividades de interesse do País no setor, e estabelece normas de proteção física e de segurança para instalações que utilizam materiais radioativos.

5.5 Considerações e Conclusões sobre os Planos Plurianuais e a execução orçamentária do Programa Nuclear

5.5.1 As Metas do PPA

A análise dos PPAs e da execução orçamentária do Programa Nuclear nesta pesquisa se alicerça na materialização de dois eixos principais para seus indicadores: a busca da autonomia e sustentabilidade na produção de energia nucleoe elétrica e a ampliação da oferta de produtos e serviços tecnológicos na área nuclear, principalmente no campo da medicina.

Sendo assim, observou-se que as ações orçamentárias que compõem o programa, as principais, ou mesmo as acessórias, têm como objetivo a geração de energia e a ampliação da oferta de produtos e serviços associados à produção nuclear. No período analisado, as ações orçamentárias que integram o ciclo do combustível nuclear e a produção de radiofármacos/radioisótopos apresentam maior importância na execução.

5.5.2 A Independência na Autonomia de Produção

No que respeita ao primeiro indicador, autonomia e sustentabilidade na produção de energia nucleoeletrica, por ocasião da definição das novas diretrizes e metas de planejamento da administração pública federal no PPA 2020-2023, foi estabelecida a meta para a redução da dependência de produção e serviços externos. O cálculo dessa meta é demonstrado na equação a seguir e pressupõe a participação das atividades dos três grandes atores da Política Nuclear Brasileira, quais sejam: a CNEN, a INB e a NUCLEP.

Figura 4: Índice de Autonomia Nacional em Produtos e Serviços Derivados da Tecnologia Nuclear

$$IATAN = \frac{\left\{ \left(\frac{Irad}{Frad} \right) + \left(1 - \frac{Pen}{Den} \right) + \left(1 - \frac{Pu3}{Du3} \right) \right\}}{3}$$

De acordo com o PPA 2020-2023, no que diz respeito à produção própria dos Órgãos, os termos da equação significam:

- $\frac{Irad}{Frad}$ se refere à relação entre quantidade de importação de insumos, matéria prima e serviços para a produção dos radiofármacos/radioisótopos, em função do faturamento por ocasião da sua venda;
- $1 - \frac{Pen}{Den}$ se refere à relação entre a produção nacional de urânio enriquecido em UTS e a sua demanda anual para as Usinas Angra 1 e 2;
- $1 - \frac{Pu3}{Du3}$ se refere à relação entre a produção nacional de concentrado de urânio em kg de U308 e a sua demanda anual para as Usinas Angra 1 e 2.

Segundo a CNEN, uma das causas elementares da complexidade dessa meta, normalmente sentida apenas tardiamente no decorrer do período da sua apuração, foi a tentativa de integrar a produção individual de cada Órgão participante do Programa Nuclear numa única equação para dar sentido a um índice factível, desconsiderando a natureza e a forma de aferir a produção de cada componente, necessariamente distintas. Ainda, segundo o Órgão, o Índice de Autonomia Nacional em Produtos e Serviços Derivados da Tecnologia Nuclear - IANTAN foi criado também com o intuito de se estabelecer uma meta comum que representasse a todos os Órgãos, mas que não se mostrou eficiente e nem efetivo ao longo de sua apuração, e também não alcançou os resultados almejados.

Diante disso, demonstrou-se a dificuldade em se atingir os índices estipulados inicialmente para os anos de 2020 e 2021, sinalizado pelo Órgão que para o exercício de 2022 as dificuldades prevaleceram.

Conforme exemplificado no tópico 1.3 sobre a Ação 20UX - Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares, a CNEN, e também a INB e a NUCLEP, relatadas em seus Relatórios de Gestão, têm outras delegações não exatamente quantificáveis e de igual importância, ou superior aos seus produtos tangíveis. Produtos como o desenvolvimento de tecnologias, a produção científica, a formação de RH, o tratamento de rejeitos nucleares, dentre outros, não poderiam deixar de serem representados nos resultados do planejamento dos programas de governo e de políticas públicas.

Assim sendo, produtos relacionados à tecnologia, em grande parte, têm natureza complexa de se dimensionar, uma vez que envolvem conhecimento e inovação. Dessa forma, nem sempre são passíveis de

integrar as metas de planejamento orçamentário que buscam formas efetivas e objetivas de divulgar e promover publicamente os resultados quantitativos de uma política pública e de uma ação governamental.

Por essa razão, segundo os representantes da CNEN, ainda que não exista uma proposta concreta de indicador representativo para o Programa Nuclear para o próximo PPA, acreditam que talvez a construção de um “PIB Nuclear” faça sentido.

5.5.3 A ampliação da oferta de produtos e serviços tecnológicos na área médica

O Reator Multipropósito Brasileiro - RMB

Segundo o Boletim Informativo e o Relatório de Gestão da CNEN, a implantação do RMB garantiria a produção nacional dos insumos medicinais necessários na produção de radioisótopos, evitando-se o prejuízo sofrido pela área em função do aumento dos custos das matérias primas importadas, bem como da variação cambial. Contudo, segundo o Boletim, seu projeto se arrasta desde o PPA 2012-2015 devido à precariedade de recursos financeiros. Espera-se que a nacionalização da produção dos radiofármacos amplie a utilização da medicina nuclear em todo o território nacional, viabilizando a melhoria no atendimento às políticas governamentais de saúde pública.

Ainda segundo a CNEN, o alcance dos benefícios da implantação do RMB atingiria a indústria nuclear, que hoje depende de serviços contratados no exterior para realizar testes com componentes estruturais e com materiais utilizados na fabricação de elementos combustíveis e as pesquisas de ponta em feixes de nêutrons que representa um novo parque produtor de conhecimento nuclear em pesquisa pura e aplicada, destinadas à saúde, indústria, agricultura, mineração e meio ambiente.

Ocorre que, atrasos sistêmicos na obtenção das metas físicas planejadas têm prejudicado o andamento do projeto e conseqüentemente a conclusão da implantação do empreendimento, que atualmente está estimada para o final do ano de 2026. Segundo a CNEN, o atraso se deve às restrições orçamentárias. Inicialmente a meta no PPA 2012-2015 era de 50% da implantação total do empreendimento e, até o final de 2021, a execução física do RMB, após decorridos 6 anos, alcançou apenas 23%. A partir do PPA 2016-2019 a ação foi incluída no PAC (AVANÇAR) e o projeto passou a ter duas linhas de financiamento: orçamento da CNEN e outra por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT através de convênios com a FINEP.

Diante da importância do projeto, e da necessidade da retomada de investimentos na área da ciência e tecnologia, para o ano de 2023, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, estabeleceu como prioridade a construção do RMB⁹, que se encontrava em processo moroso até então. Segundo a atual ministra da Pasta, para o biênio 2023-2024 os investimentos para o empreendimento serão liberados pelo FNDCT, cujo desenvolvimento do projeto será feito em parceria estratégica com a Argentina¹⁰.

5.5.4 A Regionalização

A Lei 13.971/2019, que estabelece o PPA 2020-2023 considera a Regionalização um “conjunto de informações, no âmbito das metas do PPA 2020-2023, com vistas a compatibilizar os recursos públicos disponíveis com o atendimento de necessidades da sociedade no território nacional e a possibilitar a avaliação regional da execução do gasto público” (Art. 2º, IV). Para tanto, estabeleceu também que a governança do PPA busque o aperfeiçoamento dos critérios de regionalização de políticas públicas para a garantia de acesso às políticas públicas e de sua fruição pela sociedade (Art.11).

Em se tratando da Política Nuclear, o “desconhecimento dos benefícios do setor nuclear pela sociedade e baixo conhecimento sobre a atividade nuclear” parece ser um dos desafios que a área enfrenta para ter um reconhecimento e valorização social.

⁹ <https://revistapesquisa.fapesp.br/bases-para-reconstruir-a-capacidade-cientifica-do-brasil/>

¹⁰ <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/01/brasil-vai-avancar-na-construcao-do-reator-multiproposito-afirma-ministra-luciana-santos>

Nesse contexto, observou-se que os PPAs de 2012-2015 e 2020-2023 estabeleceram a regionalização para a meta física Aumentar/Ampliar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos, conforme demonstrados no Quadro 10, abaixo:

Quadro 10: Regionalização da Meta: Aumentar/Ampliar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos

PPA		2012-2015		2020-2023						SMN*
Meta		404 Ci/semana		Ci / semana						Anual
Período		2012-2015		2020		2021		2022	2023	2016
Estipulado/Apurado		Est.	Apur.	Est.	Apur.	Est.	Apur.	Est.	Est.	Distr.
Região	Nordeste	15%	20%	90	78	94	74	103	110	15%
	Norte	4%	4%	20	16	21	17	22	25	9%
	Sul	16%	15%	70	61	75	58	85	88	16%
	Sudeste	58%	55%	265	225	272	216	310	317	54%
	Centro-Oeste	7%	6%	35	28	38	27	40	40	6%
Totais		100%	100%	480	408	500	392	560	580	100%

Fontes: PPA 2012-2015, PPA 2020-2023, Relatórios Anuais de Monitoramento 2020 e 2021, Relatório Anual de Avaliação do PPA 2012-2015 e Relatórios de Gestão CNEN 2015 e 2016. Ci = curie.

*SMN: Serviços de Medicina Nuclear.

Sobre os resultados divulgados acima, tem-se as seguintes informações:

- O valor da meta física alcançada ao fim do PPA 2012-2015 é de 445,70 Ci fornecidos por semana, ou seja, a meta global de 404 Ci por semana foi superada em 11% e no ano de 2014 os insumos foram distribuídos para 432 clínicas de medicina nuclear espalhadas em todo o país;
- Os Relatórios Anuais de Monitoramento 2020 e 2021 informam que os valores apurados das metas físicas de 2020 e de 2021 foram de 408 e 392 Ci semanais respectivamente, ou seja, as metas previstas de 480 e 500 Ci semanais não foram atingidas. O resultado intermediário previsto para o exercício de 2020 foi impactado pela situação de pandemia, implicando em uma redução da ordem de 15% do valor esperado, muito embora toda a demanda do país tenha sido atendida. Com relação ao resultado de 2021, a paralisação da produção por falta de recursos orçamentários só pode ser retomada a partir da alocação de crédito suplementar obtido junto ao Congresso Nacional. Naquele ano, a meta foi frustrada em 22%;
- A primeira coluna à direita são os valores informados no Relatório de Gestão 2016 da CNEN (CNEN, 2016, p.06) sobre a distribuição dos serviços de Medicina Nuclear (SMN) pelas regiões do território brasileiro, de acordo com o setor de Medicina Nuclear do País.

Diante dessas apurações, tem-se as seguintes considerações/conclusões:

- Os valores adotados como metas físicas de regionalização do PPA apenas replicam a distribuição praticada por anos pela Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear. Os valores representam uma quantidade limitada de Serviços de Medicina Nuclear, e mostram que o segmento possui um represamento ainda a ser atendido. Conseqüentemente, existe a necessidade de uma ampliação na capacidade de produção, do número de fornecimento de serviços e de mais especialistas nas regiões mais carentes (CNEN, 2016);
- A regionalização do gasto Público, idealizada no art. 3º, inciso III, da Constituição Federal elege, como um dos objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil, a redução das desigualdades

sociais e regionais. Por outro lado, as apurações regionalizadas de metas físicas de indicadores¹¹, conforme preconizada a Lei do PPA, não possibilita “a avaliação regional da execução do gasto público”. Ainda tomando como referência a ação 2478-Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica, a informação consignada na LOA e no módulo do “Acompanhamento Orçamentário” do SIOF é de regionalização “Nacional” para todos os exercícios analisados;

- Em PPAs anteriores, de 2004 a 2011, observou-se a distribuição territorial das despesas por unidades empresariais/estatais/laboratoriais, ou por localização do minério extraído. A maioria concentrada nas regiões sudeste e nordeste, o que não expressa a regionalização do gasto público, no sentido constitucional do termo;
- Diante desses fatos, e conforme estabelece a própria Lei do PPA, a divulgação dos ganhos efetivos de saúde da população em termos de tratamento com a medicina nuclear ainda possui poucas evidências que possam aferir os benefícios prestados à população, bem como os resultados alcançados, no que se refere à redução das desigualdades sociais e regionais por meio da distribuição/disponibilização de tratamentos com a medicina nuclear.
- Igualmente necessita de mecanismos mais pertinentes e adequados que possam abrandar o desconhecimento social e as barreiras com relação às atividades nucleares de produtos cujas técnicas nucleares são utilizadas para o bem-estar social no tratamento de neoplasias, cardiopatias, neuropatias e outras enfermidades.
- No que respeita à produção de energia nucleoeleétrica, o Programa Nuclear sinaliza avanços à medida em que é disponibilizado recursos orçamentários para custear o processo de nacionalização da geração de energia limpa e sustentável. Porém, por se tratar de uma área deveras sensível, a política pública ainda necessita de incentivos que permitam acelerar o sistema como um todo, a despeito do Brasil ser o detentor de uma das maiores reservas da sua matéria prima.

6 O Desenvolvimento da C&T nuclear brasileira e o alinhamento às diretrizes da Política Nuclear

Neste capítulo serão avaliados alguns aspectos relativos à implementação do macroprocesso Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no setor nuclear, no âmbito da CNEN, de forma a responder à seguinte questão de avaliação:

O Desenvolvimento da C&T nuclear brasileira atende às diretrizes da Política Nuclear Brasileira – PNB previstas no Decreto nº 9.600/2018 em relação às pesquisas para o setor?

Para avaliar a adequação das ações desenvolvidas pela CNEN no âmbito de suas atribuições para o desenvolvimento da C&T nuclear brasileira, em atendimento às diretrizes da PNB, foi feita análise documental. A análise buscou comparar os instrumentos de planejamento da CNEN com os objetivos previstos na PNB, e os resultados alcançados pela entidade para o atingimento desses objetivos.

Dentro do escopo geral dessa avaliação busca-se identificar como é desenvolvido o plano estratégico de PD&I da CNEN e seu alinhamento aos instrumentos norteadores das diretrizes da Política Nuclear Brasileira. Avaliou-se, também, o papel da CNEN como órgão técnico de referência, em relação aos planejamentos estratégicos nacionais, regionais e/ou de outras instituições que atuam na área nuclear.

Nesse sentido, o escopo da avaliação abarca, ainda, os critérios de seleção dos projetos de pesquisa na CNEN e nos seus Institutos de Pesquisa, e o alinhamento desses projetos aos objetivos da Política Nuclear Brasileira. Em complemento, buscou-se avaliar o processo de monitoramento desses projetos de pesquisa e os resultados alcançados.

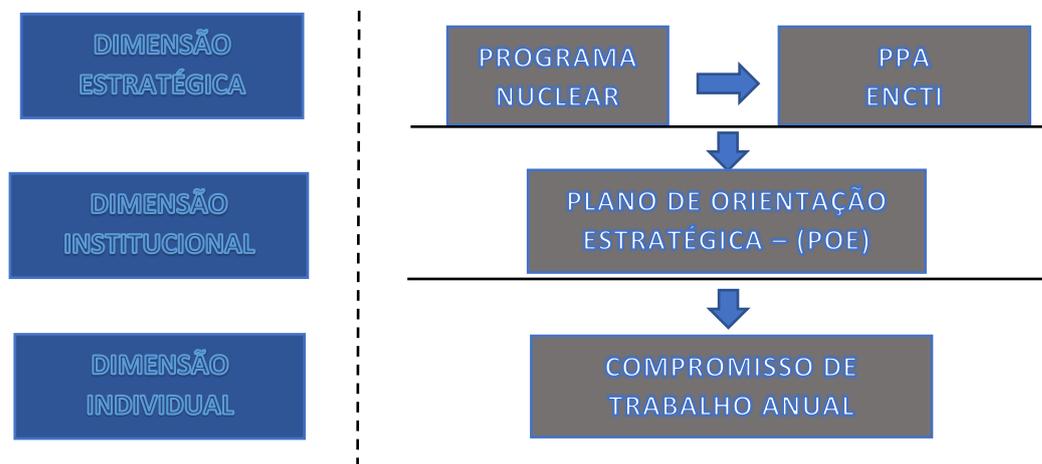
¹¹ Constatou-se também nos Relatórios Anuais de Monitoramento apurações regionalizadas de metas físicas de indicadores de pesquisa e desenvolvimento, proteção e segurança nuclear.

Por fim, foi realizada uma breve avaliação da atuação da CNEN na formação e retenção de mão de obra especializada na área nuclear e atuante nos projetos de PD&I com vistas ao alcance da autonomia da tecnologia nuclear. Para tanto, foram levantadas informações sobre os projetos de PD&I no período de 2012 a 2021, nas diversas fontes, quais sejam: Relatórios de Gestão, normativos, editais, solicitações de informações, entre outros.

6.1 O Planejamento Estratégico do Macroprocesso de PD&I para o setor nuclear

A estrutura de planejamento institucional da CNEN é apresentada nos Relatórios de Gestão da Autarquia como ilustrado na Figura 5. Na dimensão estratégica, os instrumentos de planejamento estratégico da Política Nuclear são orientados pelo Plano Plurianual – PPA e pela Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia – ENCTI, do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. Já na dimensão institucional, a CNEN elaborou como instrumento de planejamento estratégico o Plano de Orientação Estratégica (POE) para o período de 2019-2022. Nos anos anteriores, conforme consta nos Relatórios de Gestão, o instrumento de planejamento na dimensão institucional era denominado Plano de Trabalho da CNEN, mas que não foram objeto de análise na presente avaliação¹²

Figura 5: Estrutura de planejamento institucional da CNEN



Fonte: Relatório de Gestão da CNEN

Na dimensão estratégica, no que se refere ao Programa Política Nuclear, o PPA 2020-2023 estabeleceu como objetivo “promover o desenvolvimento da tecnologia nuclear e suas aplicações, para ampliar a capacidade de oferta de produtos e serviços, para atender a demanda e os benefícios dos usos pacíficos da energia nuclear e das radiações ionizantes, de forma segura e sustentável.” Além disso, o PPA definiu metas e indicadores do programa nuclear como um todo e, também, para ações orçamentárias, que foram analisadas na seção anterior deste Relatório.

O outro instrumento de planejamento na dimensão estratégica, a ENCTI 2016-2022, é um documento de orientação de médio prazo para implementação de políticas públicas na área de CT&I. Nele foram incluídas proposições estratégicas para algumas áreas temáticas em que foram indicadas as iniciativas em CT&I que constituem os objetivos a serem buscados pelas entidades de cada setor no período de vigência da estratégia. Especificamente para a área nuclear, o objetivo estabelecido foi “ampliar as atividades de PD&I do setor nuclear no Brasil, visando à exploração segura e econômica do potencial científico, tecnológico e industrial do País, em todos os campos de aplicação pacífica da tecnologia nuclear. Para este objetivo, foram feitas seis proposições (estratégias associadas), dentre as quais, merece destaque, por estar mais aderente ao tema tratado nesta abordagem da avaliação, a elaboração de um “Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação

¹² Os instrumentos não foram analisados por falta de disponibilização pela CNEN

para o setor Nuclear” que promova o desenvolvimento da ciência e tecnologia nucleares e suas aplicações. Cabe ressaltar que, apesar de previsto, o referido Plano de Ação não foi elaborado, segundo informou a CNEN.

Tratando especificamente do POE 2019-2022, instrumento de planejamento estratégico na dimensão institucional, o documento elaborado pela CNEN em 2019 estabelece as orientações, em linhas gerais, das atividades a serem desenvolvidas pela CNEN para o período 2019 a 2022. O planejamento foi dividido por macroprocessos finalísticos, dentre eles, um referente à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, e, outro, à formação especializada para o setor nuclear, em que são apresentados a descrição, o produto, o diagnóstico, as diretrizes e as estratégias de cada um.

Entretanto, apesar das diretrizes e estratégias previstas no macroprocesso Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação estarem aderentes às diretrizes e objetivos da Política Nuclear Brasileira previstos no Decreto nº 9.600/2018, verificou-se que o plano estratégico da CNEN não apresenta as metas dos objetivos estratégicos, indicadores, com seus atributos, bem como os projetos estratégicos a serem desenvolvidos. Conforme disposto no artigo 3º da IN/SEGES nº 24/2020, abaixo transcrito, esses são elementos mínimos necessários que devem compor o plano estratégico da entidade. Cabe ressaltar que a CNEN já extrapolou em mais de dois anos o prazo legal previsto no § 2º do artigo 22 da Lei nº 13.971/2019 para adequar o seu planejamento, com vistas ao fortalecimento da governança pública.

Art. 3º O plano estratégico institucional dos órgãos e das entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional deverá conter, no mínimo, os seguintes elementos:

I - cadeia de valor da instituição;

II - identidade estratégica da instituição (missão, visão de futuro, valores e mapa estratégico);

III - objetivos estratégicos e respectivas metas;

IV - indicadores, com seus atributos: fórmula de cálculo, periodicidade de medição, linha de base e metas; e

V - projetos estratégicos a serem desenvolvidos, com seus atributos: principais entregas, com prazos e unidade responsável.

Portanto, pelo exposto, evidencia-se a necessidade de a CNEN elaborar um plano estratégico com todos os elementos mínimos previstos, pois trata-se de um instrumento fundamental para uma boa gestão estratégica, e demonstra o empenho e o comprometimento da alta administração com a busca pela eficácia, eficiência e efetividade para alcançar os objetivos e resultados esperados de uma política pública que traga benefícios à sociedade.

Ainda no tema planejamento estratégico, considerando o papel de liderança técnica da CNEN na área de pesquisa e desenvolvimento da PNB, questionou-se a autarquia se ela participa da elaboração, é consultada ou conhece os planos estratégicos de outras instituições brasileiras que desenvolvem a CT&I nuclear no país. Em resposta, a CNEN informou que participa apenas da elaboração dos planos estratégicos nacionais, notadamente na formulação, acompanhamento e avaliação dos planos plurianuais do governo federal. Em que pese não haver dispositivo normativo prevendo a participação da CNEN nas estratégias da PD&I nuclear em outras instituições, o objetivo do questionamento é provocar o debate sobre o papel da CNEN como principal agente da P&D na Política Nuclear Brasileira, se este papel não deveria ir além do atualmente exercido, considerando ainda a existência de poucas instituições que atuam na PD&I nuclear, e passar a atuar também coordenando as instituições em seus planejamentos estratégicos de PD&I nuclear em um nível mais tático, com objetivo de otimizar recursos e dar efetividade no alcance de melhores resultados para o país.

6.2 A seleção dos projetos de pesquisa e o alinhamento aos objetivos da PNB

Nesse item, buscou-se de avaliar se a seleção de projetos de pesquisas na CNEN segue um processo sistematizado, padronizado e com critérios bem definidos, e se os projetos executados possuem alinhamento aos objetivos estratégicos previstos na política pública. Para essa análise, foram solicitadas informações à

CNEN acerca do processo de seleção dos projetos, de modo a possibilitar a emissão de uma opinião a esse respeito.

Em relação a seleção de projetos de pesquisa, as informações prestadas pela CNEN em resposta aos questionamentos e documentos solicitados, demonstram que a seleção dos projetos não segue um processo sistematizado e padronizado entre os seus institutos de pesquisa. Cada instituto segue procedimentos próprios e independentes da CNEN/DPD¹³.

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) e o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) informaram que, via de regra, a seleção dos projetos de pesquisa é conduzida por um conselho de gestão dos respectivos institutos. O Instituto de Rádio Proteção e Dosimetria (IRD) informou que os projetos de pesquisa são selecionados através de reuniões internas com os chefes de Divisão e a Diretoria, que estabelecem as prioridades de acordo com os objetivos estratégicos do Instituto. De todos os institutos de pesquisa, apenas o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) promove a seleção dos seus projetos de pesquisa por meio de publicação de editais internos, com critérios objetivos definidos em regulamento, e com linhas temáticas dos projetos de interesse pré-definidas e alinhadas a objetivos estratégicos do IPEN/CNEN.

Quanto ao alinhamento dos projetos de pesquisa executados pelos Institutos da CNEN aos objetivos estratégicos previstos na Política Nuclear Brasileira, a avaliação se baseou em um rol disponibilizado pela CNEN contendo todos os projetos de pesquisa em execução pelos Institutos da CNEN no período compreendido entre 2012 e 2021, em que foi solicitado que a CNEN correlacionasse os objetivos de cada projeto de pesquisa aos temas contidos nos incisos do artigo 11 do Decreto nº 9.600/2018, bem como aos temas dos objetivos estratégicos da CNEN informados nos seus Relatórios de Gestão.

A partir desse rol, identificou-se a distribuição quantitativa dos objetivos dos projetos em relação aos temas correlacionados pela CNEN, buscando obter uma fotografia que demonstre, além do alinhamento aos objetivos estratégicos, um ranking dos temas que têm sido mais e menos pesquisados. O resultado está resumido nos Quadros 11 e 12 abaixo, seguidos de uma breve análise.

Quadro 11: Frequência de projetos de pesquisa executados na CNEN entre 2012 e 2021, por objetivos específicos da PD&I na PNB

Artigo 11 do Decreto 9.600/2018 e incisos	Nº de projetos de PDI	%
IX - Outras tecnologias críticas para a área nuclear e as áreas Correlatas *	304	32%
IV - Aplicações da radiação ionizante	183	19%
V - Técnicas analíticas nucleares	143	15%
III - reatores nucleares e seus sistemas	104	11%
II - Ciclo do combustível, reprocessamento e gerenciamento de rejeitos	98	10%
VIII - Radioproteção	73	8%
VII - Salvaguarda, segurança nuclear, proteção física e emergência nuclear	26	3%
I - fusão e fissão nucleares	10	1%
VI - Física nuclear	8	1%
Vazias**	10	1%
Não se aplica***	2	0%
TOTAL DE PROJETOS	961	100%

¹³ DPD – Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da CNEN

Fonte: CNEN / Elaboração CGU

* IPEN (135), CDTN (116), IEN (38), CRCN (3) e IRD (12)

** CDTN e IEN

*** IPEN

A princípio, e considerando um nível alto de precisão nas correlações realizadas pelas UTCs (Unidades Técnico-Científicas), entende-se que, de um modo geral, tem havido alinhamento entre os projetos de pesquisa desenvolvidos e os objetivos específicos para PD&I previstos no artigo 11 do Decreto nº 9.600/2018. Física nuclear, fusão e fissão nucleares são os temas com menores percentuais de projetos, provavelmente por serem temas muito específicos. Por outro lado, um percentual maior de projetos classificados como “outras tecnologias críticas para a área nuclear e as áreas correlatas”, em muito se deve ao fato do IPEN (Instituto de Pesquisa Energética e Nucleares) ser um instituto de pesquisa de energia como um todo e não apenas da área nuclear. De fato, em consulta ao site do IPEN, verifica-se uma quantidade de pesquisas desenvolvidas em temas diversos¹⁴.

Quadro 12: Frequência de projetos de pesquisa executados na CNEN entre 2012 e 2021, por objetivos estratégicos da PD&I na CNEN

Objetivos Estratégicos da CNEN (Relatório de Gestão)	Nº de projetos de PDI	%
radiações ionizantes na saúde	166	17%
reatores nucleares	151	16%
radiações ionizantes no meio ambiente	151	16%
Correlatas*	119	12%
Vazias**	120	12%
ciclo do combustível	106	11%
metrologia das radiações ionizantes	81	8%
radiações ionizantes na indústria	37	4%
novas tecnologias para geração de energia	19	2%
radiações ionizantes na agricultura	9	1%
Não se aplica ***	2	0%
TOTAL DE PROJETOS	961	100%

Fonte: CNEN / Elaboração CGU

* IPEN

** CDTN

*** IPEN

Da mesma forma, verificou-se alinhamento dos projetos de pesquisa em relação aos objetivos estratégicos previstos pela CNEN em seus Relatórios de Gestão, com uma distribuição relativamente homogênea. As aplicações das radiações ionizantes na área de saúde lideraram os projetos de pesquisa nesses últimos 10 anos, provavelmente devido às metas de crescimento da produção de radiofármacos. Por outro lado, foram poucas pesquisas realizadas nas aplicações das radiações ionizantes na área da agricultura.

6.3 A implementação do Macroprocesso de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o setor nuclear

Essa etapa de avaliação busca identificar a existência de um processo bem definido e efetivo para monitorar e avaliar os resultados dos projetos de PD&I nuclear desenvolvidos pela CNEN com foco nas diretrizes da PNB relacionados a tecnologia nuclear.

De acordo com a Avaliação de Políticas Públicas – Guia prático de análise *ex post* (2018):

¹⁴ https://www.ipen.br/portal_por/portal/produtos_home.php?secao_id=748, consulta em 04.04.2023

[...] a fase de monitoramento visa o acompanhamento dos resultados e o desempenho do processo de forma a verificar se o processo está dentro do previsto, se os objetivos estratégicos e as metas estão sendo alcançadas. Coloca também a essencialidade da definição de indicadores de resultados, com metas, e seu adequado acompanhamento entre o previsto versus realizado, evidenciando possíveis tendências de desvios para as quais se exige uma ação de correção.

Os projetos de PD&I tem como finalidade a pesquisa científica e tecnológica na área nuclear e correlatas, cujo resultado se traduz na geração de conhecimento mediante a publicação de artigos técnico-científicos e o desenvolvimento de novas tecnologias (protótipos, processos patentes), primordiais para a autonomia do Brasil na área nuclear, com ênfase em segmentos como: saúde, meio ambiente, agricultura, indústria e geração de energia, sendo os beneficiários a comunidade científica e o setor produtivo.

A Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, da CNEN, é a responsável pelos projetos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação nas suas unidades de pesquisa, sendo a ação orçamentária 20UX – Desenvolvimento das ciências e tecnologia nucleares, a norteadora dos Projetos de PD&I nuclear, que consoante o Relatório de Gestão 2021, tem como finalidade:

“desenvolver a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação em ciência e tecnologia nuclear, e aplicação das radiações ionizantes, para fins pacíficos e de forma segura. Interessam à sociedade brasileira pesquisas e desenvolvimento tecnológico de qualidade, que possam ser revertidos em bem-estar social.”

De acordo com o Relatório de Gestão 2021, os projetos de PD&I executados, anualmente, pelas unidades da DPD/CNEN totalizaram em 2021 - 409 projetos, 2020 – 400 projetos e 2019 – 475 projetos e 2018 – 602 projetos. Vale dizer que o quantitativo de projetos de PD&I apresentados refere-se aos projetos vigentes no ano, sendo que a maioria destes perpassa vários exercícios até sua conclusão.

Logicamente, um contínuo processo de monitoramento durante a fase de execução destes projetos de PD&I nuclear é essencial para a sua avaliação e dos respectivos resultados.

A CNEN informou¹⁵ que o monitoramento dos projetos de PD&I é realizado quando da elaboração dos relatórios de gestão e que os institutos de pesquisa possuem monitoramentos próprios dos seus projetos de PD&I.

Nesse aspecto analisou-se o Edital Interno InterCentros – DPDE/IPEN nº 5/2018, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, que no item 8 descreve as possibilidades de monitoramento dos projetos de PD&I da referida unidade de pesquisa, como, por exemplo, relatórios parciais de acompanhamento. Todavia nenhuma evidência do efetivo monitoramento foi disponibilizada pelo IPEN. A mesma situação de ausência de efetivo monitoramento também foi verificada junto às outras unidades de pesquisa vinculadas à CNEN.

Entende-se que a elaboração do Relatório de Gestão não se traduz num contínuo e regular processo de monitoramento dos projetos de PD&I. Na verdade, a elaboração do relatório ocorre, no ano seguinte, após o encerramento da gestão, e consiste num momento pontual de levantamento e consolidação de informações sobre a avaliação da gestão e seus resultados.

Ainda que o Relatório de Gestão traga a informação sobre os indicadores de desempenho relativos aos projetos de PD&I, isto se reveste na forma de apresentação dos resultados da gestão, aos órgãos de controle, pela CNEN. Portanto, não pode ser confundida com um regular processo de monitoramento das áreas responsáveis pelos projetos, que deve acontecer sistematicamente durante a vigência dos mesmos.

Como bem coloca a literatura¹⁶, a fase de monitoramento deve ser um ato contínuo de acompanhamento, de forma a validar se os projetos de PD&I estão alinhados aos objetivos previstos nos instrumentos da política nuclear, se as metas definidas estão sendo alcançadas, bem como a verificação de possíveis desvios com as adequadas e tempestivas correções. Inclusive, é a ferramenta essencial para a validação do resultado auferido versus o planejado.

¹⁵ Despacho SEI/CNEN 1660229 e reunião com a equipe da CGU em 08/03/2023.

¹⁶ Avaliação de Políticas Públicas – Guia Prático de Análise *Ex Ante* (2018) e Guia Prático de Análise *Ex Post* (2018)

Assim, pelo exposto, observa-se uma deficiência no regular monitoramento pela DPD/CNEN na execução dos projetos de PD&I pelas suas unidades de pesquisa. Acrescenta-se que seria oportuna a padronização do monitoramento dos projetos de PD&I no âmbito dos seus institutos de pesquisa, de modo, inclusive, a facilitar a coordenação/acompanhamento destes pela própria DPD.

6.3.1 Indicadores de desempenho

Segundo o Guia Prático de Análise *Ex Ante* de Políticas Públicas (2018), os indicadores de desempenho são:

Indicadores são dados que possibilitam desde acompanhar o andamento até medir o cumprimento dos objetivos de uma política. Eles se referem à quantidade, à qualidade, ao cronograma e aos custos observados comparativamente.

Indicadores e metas devem ser considerados como elementos indissociáveis da construção dos modelos lógicos. Durante a sua elaboração, definem-se os aspectos a serem considerados para a seleção ou construção de indicadores. Para que se tenha a melhor clareza possível dos resultados a serem perseguidos, é necessário atrelar metas a tais aspectos, ou seja, definir quantitativa e qualitativamente a partir de que grau as mudanças geradas pela política serão consideradas satisfatórias.

Da análise dos relatórios de gestão, observa-se que a CNEN utilizava para aferição dos resultados dos projetos de PD&I, nos períodos de 2013 a 2018, somente o indicador estabelecido no Plano Plurianual para o Programa 2059 – Política Nuclear relativo à ação 20UX. Esta limitação foi reconhecida pela própria CNEN no seu relatório de gestão 2014: “a CNEN ainda não dispõe de uma metodologia de avaliação de desempenho operacional em termos de economicidade, eficácia, eficiência e efetividade.”

O indicador estabelecido nos PPA 2012 – 2015 e PPA 2016 – 2019 trata somente de artigos publicados em periódicos indexados, com uma meta de publicação de 1.200 artigos científicos para o ciclo do PPA, ou seja, uma meta anual de 300 artigos científicos publicados em periódicos indexados.

No Relatório de Gestão de 2019, a CNEN apresenta um conjunto de indicadores de desempenho operacional em termos de dimensões de esforço (economicidade, execução e excelência) e dimensão de resultado (eficácia, eficiência e efetividade) para o macroprocesso Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicação das Radiações Ionizantes.

A seguir é apresentada Tabela 1 com a relação dos indicadores informados pela CNEN nos Relatórios de Gestão para o período analisado de 2013 a 2021.

Tabela 1: Indicadores de desempenho institucional para o Macroprocesso “Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia Nucleares e em Aplicação das Radiações Ionizantes”

Dimensão	Tipo	Indicadores	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
			Esforço	Economicidade	Índice de capitalização da pesquisa.	79,7	96,1	82,2	75,6		
Execução	Total anual de projetos de pesquisa realizados.	409		400	475	602					

Resultado	Excelência	Índice de alavancagem do programa de pesquisa.	513,1	416,2	577,8	796,3					
	Eficiência	Número de artigos publicados.	840	621	1027	869	306	295	401	387	257
	Eficácia	Itens tecnológicos desenvolvidos no ano.	08	11	08	16					
	Efetividade	Instrumentos de inovação firmados.	14	09	05	05					

Fonte: Relatórios de gestão de 2013 a 2021. Elaboração: CGU

- **Índice de Capitalização da Pesquisa:** razão entre o montante de recursos financeiros obtidos mediante fontes externas (convênios, acordos, contratos) e o total de recursos alocados à atividade. Visa mensurar a capacidade de captação de recursos de fomento, ou similares, inerente à carteira de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I) da instituição, possibilitando avaliar a capacidade do programa em mobilizar o apoio dos mecanismos de fomento existentes;
- **Total anual de projetos de pesquisa realizados:** mede, em termos absolutos, o total de projetos de PD&I realizados pelas Unidades da CNEN, ao longo do ano;
- **Índice de alavancagem do programa de pesquisa:** mensura a razão entre o indicador de execução, qual seja, o total de projetos de pesquisa realizados, e o indicador de economicidade, no caso, o índice de capitalização. Tem por objetivo medir o grau de alavancagem do programa de PD&I, em relação aos recursos alocados à sua realização.
- **Número de artigos publicados:** mede, em termos absolutos, à publicação dos resultados do programa de PD&I em termos de conhecimentos científicos e tecnológicos divulgados por intermédio de artigos publicados em seminários e periódicos. Consoante o RG 2021, é o primeiro elo da cadeia de produção científica e tecnologia;
- **Itens tecnológicos desenvolvidos no ano:** mede em termos absoluto os resultados obtidos quanto aos itens tecnológicos obtidos (patentes, protótipos, processos, etc.) e que podem se constituir em instrumentos de obtenção de receitas por intermédio da celebração de contratos de royalties. Consoante o RG 2021, é o segundo elo da cadeia de produção científica e tecnologia;
- **Instrumentos de inovação firmados:** mensura a efetividade do programa de PD&I, materializada por intermédio da celebração de instrumentos de inovação com o setor produtivo. Consoante o RG 2021, é o terceiro elo da cadeia de produção científica e tecnologia.

Apesar da elaboração de um conjunto de indicadores mais robustos para avaliação dos resultados dos Projetos de PD&I, a CNEN não definiu metas específicas para nenhum dos indicadores acima relacionados. E quando questionada sobre o assunto, apresentou, a seguinte justificativa¹⁷:

Sobre esse aspecto cabe esclarecer que os indicadores de desempenho estabelecidos se referem ao período do PPA 2020-2023, ou seja, não são indicadores fixos ou consolidados adotados pela Instituição, muito pelo contrário, são indicadores que foram estipulados para serem testados quanto à sua efetividade, em termos de medição de resultado, ao longo do ciclo do PPA.

Portanto, não havia parâmetros que permitissem o estabelecimento de metas anuais.

¹⁷ Despacho SEI/CNEN 1825073

A performance desses indicadores será avaliada ao final do PPA, para que se possa conduzir um processo de revisão dos mesmos e, a partir daí, estabelecer critérios para a identificação de evidências objetivas que possibilitem o estabelecimento e a medição de metas anuais ou plurianuais.

A literatura sobre indicadores é muito clara sobre a necessária associação de metas aos indicadores, ainda que não sejam definitivos ou experimentais. Visto que uma condição precípua da finalidade do indicador é a comparabilidade entre o planejado e o executado, de forma a validar a satisfação com os resultados obtidos, e para tanto há que se estabelecer metas/parâmetros desejados.

Caso contrário, o próprio processo de testagem e avaliação dos resultados auferidos decorrentes dos indicadores fica comprometido, em qualquer nível de desempenho.

Reforça-se o exposto com o seguinte trecho da Avaliação de Políticas Públicas – Guia Prático *Ex Ante* (2018):

A definição de resultados preliminares e, especialmente, de metas quantitativas da ação pública é essencial para a avaliação da eficácia, eficiência e efetividade da política. O uso de indicadores quantitativos e/ou qualitativos apropriados faz parte, então, do seu desenho. Após a implantação da ação pública, esses parâmetros iniciais podem ser comparados com os resultados efetivos e as metas alcançadas, no âmbito de avaliações *ex post*.

Complementa-se, conforme o Guia Prático de Análise *Ex Ante* de Políticas Públicas (2018), que as propriedades desejáveis dos indicadores são: especificação, mensuração, atribuição (metas alcançáveis), relevância e temporalmente regulares (explicitar a periodicidade de aferição).

Conclui-se que duas propriedades extremamente importantes, atribuição de metas e regularidade de aferição, encontram-se deficientes, evidenciando a indispensabilidade do estabelecimento de parâmetros para definição de metas, pela CNEN, visto que são intrínsecas à construção de qualquer indicador.

6.3.2 Resultados da execução dos Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Os resultados/produtos decorrentes do macroprocesso de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação consistem na publicação de artigos científicos, nos itens tecnológicos desenvolvidos e nos instrumentos de inovação firmados.

A partir de 2018, observa-se um aumento expressivo no número de artigos publicados. Isto se deve a uma mudança metodológica de apuração, que passa a englobar, também, os artigos apresentados/publicados em congressos e não somente os artigos publicados em periódicos indexados como define o PPA.

Devido a mudança metodológica, a proporcionalidade de projetos de PD&I versus artigos publicados, notadamente, foi amplificada. Utilizando-se a média de projetos, baseado na informação disponível, na Tabela 1, nos anos de 2018 a 2021, chega-se a uma média de 470 projetos/ano. Assim, a proporção projetos/artigos publicados se apresenta conforme a Tabela 2, a seguir:

Tabela 2: Proporção de artigos versus projetos de PD&I em execução

Ano	Proporção artigos publicados/projetos PD&I
2021	205%
2020	155%
2019	216%
2018	144%
2017	65%
2016	63%
2015	85%
2014	82%
2013	55%

Fonte: Elaboração CGU

A Tabela 2 mostra que antes do exercício de 2018, o quantitativo de artigos publicados em periódicos indexados não ultrapassava a totalidade dos projetos de PD&I, chegando a uma média aproximada de publicação de cerca de 70% da totalidade de projetos em execução, ou seja, abaixo de uma publicação por projeto. Após a mudança metodológica em 2018, essa proporcionalidade média de publicação alcança 180% da totalidade dos projetos em execução, ou seja, quase duas publicações por projeto.

Ressalta-se que a informação segregada de artigos publicados em periódicos indexados e em congressos é fornecida no corpo do relatório de gestão. Todavia, a informação demonstrada no indicador de eficiência é global (periódicos e congressos). Por exemplo, em 2019, o indicador mostra 1.027 artigos publicados, que contrapõe, de forma significativa, com o quantitativo de 439 publicações em periódicos indexados, como determinado no PPA.

Visto que a própria CNEN, aborda que os indicadores de desempenho foram estipulados para serem testados quanto à sua efetividade, em termos de resultado, durante o ciclo do PPA, seria oportuno que a unidade avaliasse internamente, e, em conjunto com o MCTI, qual metodologia de aferição para o indicador “número de artigos publicados” melhor espelha a representatividade do resultado, e, seria conveniente a utilização de uma única metodologia tanto pelo conjunto de indicadores de desempenho da CNEN como no indicador constante do PPA.

Quanto aos itens tecnológicos (indicador de eficácia) e instrumentos de inovação firmados (indicador de efetividade), como produtos decorrentes dos projetos de PD&I, repare-se que essa proporcionalidade é bem limitada, refletindo uma média de 2,5% de itens tecnológicos e 1,5% de instrumentos de inovação em relação à totalidade de projetos de PD&I em execução.

Claramente, esses produtos mostram complexidade e incertezas consideráveis, e, portanto, é razoável a pequena quantificação em relação ao total de projetos. Entretanto, a própria CNEN nos relatórios de gestão 2021 e 2020, assinala o seguinte:

Quanto à Dimensão Resultado, os números indicam uma expressiva produção de conhecimento (indicador de eficiência), mas que a sua tradução em tecnologia (indicador de eficácia) e inovação (indicador de efetividade) ainda precisa evoluir na instituição. (grifo nosso)

Questionada sobre a referida citação, no tocante a identificar que entraves dificultam a materialização do conhecimento, de forma mais expressiva, em tecnologia e inovação, bem como quais as ações/iniciativas que a unidade tem utilizado no sentido de promover essa evolução, a CNEN¹⁸ informa que a execução dos projetos de PD&I resulta numa cadeia de conhecimento, cujo primeiro produto é a publicação de artigos. O segundo corresponde ao desenvolvimento de um item tecnológico colocado à disposição do setor produtivo. O terceiro seria a proteção intelectual visando assegurar o direito a sua exploração comercial. Por último, a inovação que representa a entrega de um conhecimento, independente de natureza patenteável, ao setor produtivo que pode possibilitar melhorias em processos, novos produtos ou serviços.

Todavia, nesse fluxo da cadeia de conhecimento ocorre um processo de filtragem, visto que nem todo conhecimento produzido resulta num item tecnológico, que leva a geração de uma patente. E que o setor produtivo é refratário a investimentos em PD&I face aos altos custos envolvidos. Coloca, ainda, que a Lei de Inovação nº 10.793 trouxe formas de mitigar a situação, mas ainda estão sendo progressivamente internalizadas. Por fim, esclarece que vem desenvolvendo mecanismos internos visando dar suporte para o desenvolvimento de atividades de inovação.

Posta a explanação, entende-se as adversidades existentes no processo de filtragem do conhecimento para transformação num item tecnológico (patente, protótipo, marca, software) e todas as complexidades inerentes a esse processo. Contudo, o exposto nos tópicos anteriores, em relação a deficiências no planejamento estratégico, no monitoramento dos projetos, na ausência de metas para acompanhamento dos indicadores/resultados, cria lacunas adicionais ao já tão custoso processo de transferência do conhecimento.

¹⁸ Despacho SEI/CNEN 1255073

6.4 A formação e retenção de mão de obra especializada na área nuclear

Neste item, buscou-se avaliar a atuação da CNEN na formação de mão de obra especializada na área nuclear para desenvolver projetos de PD&I necessários para o alcance da autonomia do país em tecnologia nuclear.

A CNEN é a responsável¹⁹ pela execução da Ação Orçamentária 2B32, cuja finalidade é promover a formação de pessoal especializado na área nuclear visando suprir a demanda do setor de energia nuclear e suas aplicações. Essa formação técnica especializada é realizada por meio dos cursos de pós-graduação, em nível de mestrado e doutorado, que são oferecidos pelos Institutos técnico-científicos da CNEN/DPD, além de concessão de bolsas de estudos para as modalidades de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado.

O produto da referida Ação é medido através do número de profissionais formados, calculado através do total de alunos que concluem seus cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado) nas Unidades da CNEN, e, também, em outras instituições de ensino, quando as bolsas são concedidas pela CNEN. Não entram nesse cálculo os profissionais formados com bolsas do pós-doutorado, que a CNEN passou a oferecer a partir de 2017. A Tabela 3 abaixo, reproduz os resultados alcançados no período de 2012 a 2021, sendo que os valores apresentados incluem os recursos orçamentários aportados na Ação 2B32, bem como recursos de outras fontes de fomento para a formação desses profissionais.

Tabela 3: Profissionais especializados na área nuclear formados no Período de 2012 a 2021

Ano	Instituição	Mestrado	Doutorado	Total de profissionais formados
2012	UTCs CNEN	121	52	185
	externas	7	5	
2013	UTCs CNEN	155	66	236
	externas	10	5	
2014	UTCs CNEN	148	74	228
	externas	0	6	
2015	UTCs CNEN	134	76	221
	externas	4	7	
2016	UTCs CNEN	122	68	199
	externas	5	4	
2017	UTCs CNEN	127	57	190
	externas	4	2	
2018	UTCs CNEN	129	84	217
	externas	3	1	
2019	UTCs CNEN	149	82	237
	externas	3	3	
2020	UTCs CNEN	126	62	196
	externas	7	1	
2021	UTCs CNEN	115	55	

¹⁹ Informações obtidas no Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP) e nos Relatórios de Gestão da CNEN.

	externas	4	1	175
--	----------	---	---	------------

Fonte: Relatórios de Gestão da CNEN (2012 a 2021)

No plano plurianual e nas leis orçamentárias do governo federal, o único produto definido para o acompanhamento de metas na formação especializada para o setor nuclear é a quantidade de profissionais formados. Os resultados alcançados em relação às metas estabelecidas nos planos plurianuais estão demonstrados na próxima tabela. Cabe ressaltar que, no PPA 2012-2015, a meta estipulada considerou apenas os profissionais formados com bolsa concedida pela CNEN, diferente do PPA 2016-2019, que não fez essa distinção entre bolsistas da CNEN ou outras unidades, o que fez elevar a meta.

Tabela 4: Resultados da Ação 2B32 em função das metas nos PPAs 2012-2015 e 2016-2019

PPA	META	RESULTADO
PPA 2012-2015	165	168
PPA 2016-2019	700	814

Fonte: Planos Plurianuais 2012-2015 e 2016-2019

No PPA 2020-2023 não há previsão de metas para a formação especializada, sendo assim buscou-se no SIOP, no cadastro de ações orçamentárias, a referência do produto esperado anualmente para a Ação 2B32. Em 2020 e 2021, as quantidades previstas foram, respectivamente, 200 e 235 de profissionais formados, e, os resultados, conforme se observa na Tabela 3 anterior, foram respectivamente, 196 e 175, não atingindo as metas previstas. A CNEN atribuiu essa queda no número de profissionais formados em 2020/2021 à crise sanitária imposta pela pandemia da Covid-19, que interrompeu parcialmente o desenvolvimento de alguns trabalhos nesse período.

Quanto à concessão de bolsas de estudos, no período compreendido entre 2012 e 2021 a CNEN concedeu, através de editais lançados pela CNEN/DPD e seus Institutos Científicos, o total de 539 bolsas de formação especializada distribuídas conforme a Tabela 5. Ressalte-se que, além dessas bolsas, a CNEN informa que ainda existem as bolsas fomentadas por outras agências governamentais, como por exemplo: CAPES, CNPQ, FAPESP, FAPEMG, etc., mas que não estão contempladas dentro dos recursos da Ação orçamentária 2B32.

Tabela 5: Distribuição de bolsas através da Ação 2B32 no período de 2012 a 2021

Ano	Mestrado	Doutorado	Pós-Doutorado	Estudos Avançados	Total
2012	43	9			52
2013	43	20		2	65
2014	39	25			64
2015	33	9		2	44
2016	28	16		4	48
2017	23	15	20	2	60
2018	31	14	19		64
2019	36	16	30	2	84
2020	23	6	29		58
2021	20	16	30	3	69
Total	319	146	128	15	608

Fonte: Relatórios de Gestão da CNEN (2012 a 2021)

No que se refere ao Planejamento Estratégico da CNEN, previsto no POE 2019-2022, mesmo sem definir indicadores e metas, conforme já visto em item anterior, os Relatórios de Gestão da CNEN não trazem informações mínimas sobre os resultados das ações realizadas relacionadas às estratégias definidas para o macroprocesso de formação especializada do setor nuclear, não sendo possível avaliá-las.

As estratégias definidas no POE 2019-2022 relacionadas à formação especializada foram:

- Manter, ampliar e integrar os Programas de Pós-graduação da CNEN, vinculando-os ao seu programa de P&D e buscando integrar os esforços e competências das diversas UTCs;
- Promover ações concretas de cooperação e intercâmbio entre instituições no país e no exterior;
- Formalizar as cooperações já existentes com outras instituições acadêmicas no país;
- Expandir o intercâmbio acadêmico com instituições internacionais de excelência e reconhecida liderança na formação de RH para área nuclear, tanto para docentes quanto para discentes;
- Modernizar os PPGs através de parcerias privadas (Sebrae, Senai, Anvisa etc.);
- Ampliar o programa de concessão de bolsas;
- Conhecer a demanda por formação especializada na área nuclear e correlatas no Brasil;
- Explorar novas oportunidades nas áreas da saúde, cultura, arqueologia, meio ambiente etc.;
- Criar um programa de capacitação nuclear para eventuais novos servidores em todos os níveis;
- Promover fóruns e comitês de forma regular;
- Criar um Centro de Ciência para divulgação das aplicações da Energia Nuclear;
- Criar uma estrutura Itinerante de Divulgação Ciência para ser levada em eventos científicos e escolas;
- Estabelecer uma assessoria de comunicação para atender aos gestores, líderes políticos e jornalistas com informações confiáveis sobre a área nuclear.

A partir da apresentação dos principais resultados divulgados nos Relatórios de Gestão da CNEN, passamos à análise situacional realizada pela CNEN sobre a formação especializada da área nuclear sob sua responsabilidade. Os Relatórios de Gestão da CNEN de 2012 a 2021 trazem, reiteradamente, os mesmos textos com os problemas que têm impactado negativamente o desenvolvimento e o alcance de melhores resultados da política nuclear brasileira. Da análise da CNEN extrai-se os seguintes pontos:

- Nas últimas décadas (a partir da década de 80), o ritmo de execução da PNB foi muito lento, o que impactou o investimento na contratação de profissionais qualificados e ao mesmo tempo afastou o interesse de novas gerações para este mercado;
- A CNEN possui nos seus quadros um conjunto de profissionais experientes e altamente qualificados, mas quantitativamente aquém do necessário para implementação da PNB que se espera, além de estarem em uma faixa etária média próxima da aposentadoria e;
- O tempo que se leva para a formação de profissionais nessa área é longo, o que torna mais preocupante o item anterior. É urgente a necessidade de atrair novas gerações de profissionais e ampliar as ações de capacitação, ainda mais em função da intenção governamental de ampliação e aceleração do Programa Nuclear Brasileiro, tornada pública a partir de 2019.

Por fim, além da formação especializada na área nuclear, um outro aspecto que se procurou avaliar foi a retenção desse profissional formado pela CNEN. Nesse sentido, indagou-se se a autarquia possui alguma política de incentivo para reter os especialistas formados para atuarem em projetos de PD&I desenvolvidos na CNEN e/ou país.

Segundo a autarquia, o principal mecanismo para tentar reter o profissional nos projetos de PD&I é a concessão de bolsas de pós-doutorado, utilizando-se da possibilidade que existe na Lei de Inovação para

alocar recursos financeiros expressivos para o pagamento dessas bolsas. Essa prática é utilizada para convidar os melhores alunos formados nos cursos de pós-graduação da CNEN a integrarem esses projetos de PD&I que possuem duração média de 3 anos. Ressaltou, ainda, que é permitida aos contemplados com essas bolsas concedidas com base na Lei da Inovação, a permanência nas Unidades Técnico Científicas da CNEN por um período de tempo de 3 a 6 anos após a conclusão do seu doutorado. Após esse período, as perspectivas desses profissionais altamente especializados são atuar fora da área de PD&I ou conseguir oportunidades para continuar a desenvolver suas carreiras acadêmicas ou de pesquisa em instituições no exterior.

6.5 Conclusões sobre o desenvolvimento da C&T nuclear brasileira e o alinhamento às diretrizes da Política Nuclear

Esta etapa da avaliação propôs-se analisar a atuação da CNEN no desenvolvimento da ciência e tecnologia nuclear brasileira atinente às diretrizes da Política Nuclear previstas no Decreto nº 9.600/2018 em relação às pesquisas de desenvolvimento e inovação para o setor.

Dentro do escopo proposto, a avaliação realizada permitiu identificar pontos que necessitam de aprimoramentos das atuações da DPD/CNEN e seus Institutos Técnico-Científicos para o alcance de melhores resultados da política pública, principalmente relacionados aos seus processos internos de planejamento estratégico.

Percebe-se, de modo geral, que os projetos de PD&I estão alinhados às áreas temáticas dos instrumentos da Política Nuclear Brasileira, nas dimensões estratégicas como o Decreto nº 9.600/2018, e, também, na dimensão institucional com o Plano de Orientações Estratégicas – POE 2019-2022 e os objetivos estratégicos previstos nos Relatórios de Gestão da CNEN.

Todavia, constata-se preocupantes deficiências abarcando desde a coordenação e elaboração do planejamento estratégico até a aferição dos resultados dos projetos de PD&I, como: falhas no plano estratégico relativas aos requisitos mínimos previstos, seleção dos projetos de pesquisa sem critérios padronizados, limitado monitoramento da execução dos projetos de PD&I desenvolvidos pelos institutos de pesquisa, ausência de metas/parâmetros dos indicadores de desempenho, que tolhem a comparabilidade do planejado com o executado. Além disso, verificou-se, ainda, a necessidade de aprimoramento da política de formação de profissionais especializados para a área de PD&I nuclear, notadamente quanto à atração e retenção desses profissionais.

Assim, a ausência de parâmetros que identifique se os resultados obtidos estão em conformidade com os planejados, impossibilita uma adequada mensuração relativa ao nível de validação dos resultados aferidos nos projetos de PD&I, se é satisfatório frente aos objetivos estratégicos da instituição, tanto da PNB como da própria CNEN.

7 A contribuição da CNEN para o alcance da autonomia tecnológica na Política Nuclear e os principais desafios no curto, médio e longo prazo.

A presente seção da avaliação busca verificar as limitações e as soluções para o atingimento dos objetivos da Política Nuclear Brasileira (PNB), por meio da análise do atual cenário das atividades de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia nuclear. O objetivo desta seção da avaliação é evidenciar os principais desafios do setor e propor soluções que possibilitem atingir os objetivos da política nuclear brasileira. De modo a contribuir com esse objetivo principal, a abordagem desenvolvida nessa seção do relatório busca responder a seguinte questão de avaliação: **Em que medida a CNEN tem contribuído para que o Brasil alcance a autonomia tecnológica na Política Nuclear e quais são os principais desafios no curto, médio e longo prazo?**

De acordo com o documento Espelho de Programa do Plano Plurianual 2020-2023²⁰, os principais problemas da Política Nuclear Brasileira são as insuficiências de infraestrutura, recursos humanos especializados e instrumentos normativos para atender as demandas por tecnologias e aplicações na área nuclear, assim como o baixo aproveitamento do potencial nuclear. Esses problemas têm resultado em oferta insuficiente de produtos e serviços derivados da tecnologia nuclear. Destacam-se também a dependência externa de insumos radioativos e a infraestrutura de pesquisa insuficiente para o desenvolvimento de tecnologia estratégica na área nuclear.

Nesse sentido, objetivou-se identificar como a CNEN está atuando para superar os desafios existentes para o desenvolvimento das competências tecnológicas voltadas para a utilização do potencial nuclear em seus vários campos de aplicação e em consonância com a Política Nuclear Brasileira vigente. Para isso, realizou-se um levantamento das atividades desenvolvidas pela CNEN que estão relacionadas com os objetivos da PNB.

Com base nessas ações e atividades desenvolvidas pela CNEN que tem relação com a PNB, verificou-se, do ponto de vista da Comissão, para quais o país possui ou não possui autonomia tecnológica. E, dentre aquelas em que se considera que o Brasil não possui autonomia, para quais a CNEN entende que o país deveria trabalhar no sentido de conquistar autonomia tecnológica, bem como quais são os requisitos necessários para esse alcance em relação à infraestrutura, materiais e insumos.

Assim, especificamente, a questão inicial colocada se divide nas seguintes subquestões:

1. Em relação ao Decreto nº 9.600/2018, que estabelece a Política Nuclear Brasileira (PNB), quais são as ações e atividades desenvolvidas pela CNEN que visam contribuir para o alcance dos objetivos estabelecidos no Art. 5º da PNB, bem como dos objetivos específicos estabelecidos no Artigo 6º e no Artigo 7º)?
2. Em termos qualitativos e quantitativos, quanto dessas ações e atividades desenvolvidas pela CNEN e informadas na subquestão 1 foram executadas/alcançadas? E quais as razões para o que ainda não foi executado/alcançado?
3. Na visão da instituição, o que poderia contribuir ou é necessário para execução das ações e atividades ainda não executadas citadas na resposta à subquestão 2?
4. No que diz respeito à autonomia tecnológica nuclear nacional, do ponto de vista da CNEN, para quais aspectos relacionados à infraestrutura, materiais e insumos considera-se que o Brasil alcançou autonomia na produção e para quais considera-se que não há esta autonomia?
5. No caso dos aspectos relacionados à infraestrutura, materiais e insumos para os quais não há autonomia tecnológica nacional, para quais considera-se que a autonomia é mais vantajosa e para quais considera-se que é mais vantajoso manter a dependência internacional?
6. No caso dos aspectos relacionados à infraestrutura, materiais e insumos para os quais considera-se que é mais vantajoso a busca pela autonomia, do ponto de vista da CNEN, quais são os requisitos necessários para o alcance desta autonomia tecnológica?

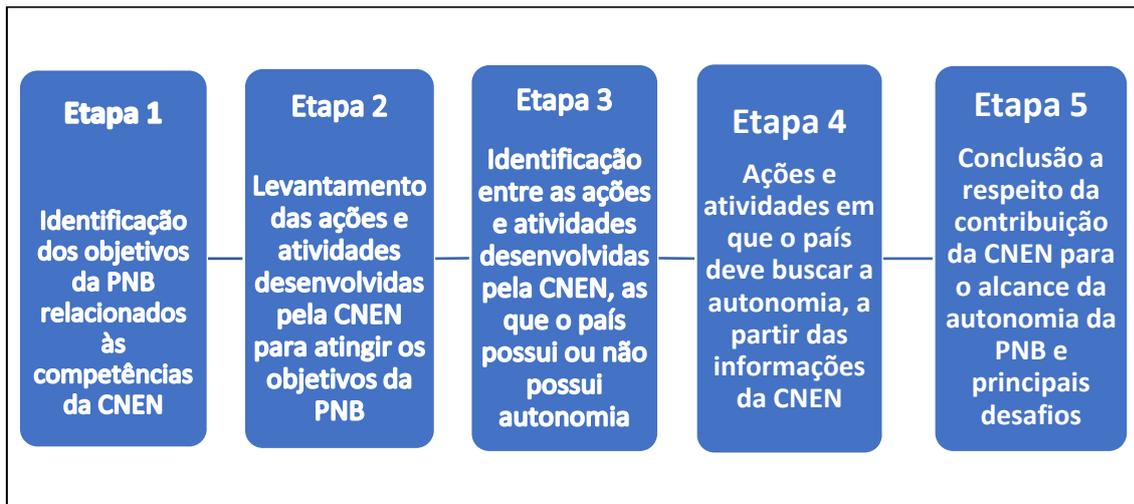
Esta seção do trabalho está estruturada em sete seções, além desta introdução. As próximas seis seções buscam responder, respectivamente, as subquestões colocadas acima. A última subseção apresenta as considerações finais.

Em resumo, a próxima Figura esquematiza a estratégia utilizada para a presente etapa da avaliação.

²⁰ Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa/arquivos/espelhos-completos-2021.pdf>

Acesso: 11/04/2023

Figura 6: Etapas da Avaliação



Fonte: Elaboração própria

7.1 O desenvolvimento de atividades relacionadas aos objetivos gerais e específicos da Política Nuclear Brasileira

Os objetivos gerais da Política Nuclear Brasileira estão definidos nos dezenove incisos do Artigo 5º do Decreto nº 9.600/2018. São objetivos relacionados a diversos aspectos do setor nuclear, como segurança no uso da energia nuclear, ampliação da produção e uso médico-hospitalar de radiofármacos, fomento à PD&I, autonomia na produção de combustível nuclear, promoção da autossuficiência nacional na produção e no fornecimento de radioisótopos, entre outros.

Além dos objetivos definidos no Artigo 5º, a PNB também define objetivos específicos. No Artigo 6º são definidos objetivos específicos do setor de mineração nuclear e no Artigo 7º estão os objetivos específicos relativos à indústria do setor nuclear.

A Política não estabelece quais instituições são responsáveis por cada um desses objetivos ou quais deveriam estar envolvidas na busca pelo alcance desses objetivos. Dessa forma, não há uma determinação clara sobre como ou em qual medida a CNEN deveria atuar para o alcance desses objetivos.

A PNB não define objetivos especificamente para CNEN, mas uma vez que esta Comissão é parte institucional da execução desta política, a entidade foi questionada a respeito das ações e atividades desenvolvidas que possuem relação com os objetivos definidos na PNB ou visam contribuir para o alcance desses objetivos.

Ainda assim, de acordo com a Tabela 6, a CNEN informou a execução de 150 ações – entre concluídas, em andamento e contínuas – que guardam relação com os objetivos definidos na PNB. As ações são implementadas no âmbito das seguintes Unidades da Comissão: Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN); Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN); Instituto de Rádio Proteção e Dosimetria (IRD); Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN); e Instituto de Engenharia Nuclear (IEN).

Tabela 6: Ações e Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN relacionadas com os objetivos da PNB

Unidades	Número de ações desenvolvidas por Unidade
CDTN	11
CRCN	12
IRD	17
IPEN	42

IEN	69
Total	151*

Fonte: elaborado pela equipe CGU com base em informações da CNEN.

*Uma das ações foi informada tanto pela CDTN quanto pela CRCN, ou seja, há uma repetição, o que implica um total de 150 ações desenvolvidas pela instituição.

A grande maioria dessas ações e atividades (144) são relacionadas com os objetivos gerais da PNB, definidas em seu Artigo 5°. Apenas duas das ações informadas estão relacionadas aos objetivos específicos do setor de mineração nuclear (Artigo 6°), e as demais oito ações estão relacionadas com objetivos específicos relativos à indústria do setor nuclear (Artigo 7°).

No que diz respeito ao horizonte temporal dessas ações e atividades, as mais antigas tiveram início em 2010, duas ações foram iniciadas e possuem previsão de conclusão no corrente ano de 2023, e as ações com prazo de conclusão mais distantes estão com previsão para 2025. A Tabela com a descrição de todas as ações, bem com as respectivas informações adicionais a respeito de cada uma delas, encontra-se no Anexo II.

Mediante o grande quantitativos de ações, bem como a diversidade destas – que consistem em ações de treinamento e formação de pessoal e participação em eventos, passando pela construção de simuladores em realidade virtual, até desenvolvimento de tecnologia de produção de radiofármacos –, a CNEN foi questionada a respeito da existência de uma classificação de prioridade das ações informadas, ou de uma classificação de prioridades dos objetivos da PNB para definição das ações a serem executadas. Como resposta, foi informado que não há escala pré-definida de prioridades entre as atividades informadas.

Não obstante, pode-se observar que 45% das atividades desenvolvidas pela CNEN estão associadas unicamente à ação orçamentária 20UX – Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares – do PPA 2020-2023. E outra parcela das atividades – correspondente a 36% – estão associadas à ação orçamentária 20UX em conjunto com outras ações orçamentárias. Ou seja, 81% das atividades desenvolvidas pela CNEN guardam relação com a ação 20UX. Portanto, embora a CNEN não estabeleça uma classificação de prioridades das atividades específicas que foram informadas, é possível inferir que, em termos de ação orçamentária, a ação 20UX é a prioridade, a julgar pela quantidade de atividades relacionadas a esta.

A CNEN também informou que há definição de metas e indicadores para cada uma das ações e atividades²¹, porém não informou quanto de cada uma já foi alcançado. Além do conjunto de 150 ações e atividades desenvolvidas pela CNEN que estão relacionadas com os objetivos da PNB, a Comissão também possui meta estabelecida no PPA 2020-2023, qual seja: “Reduzir o Índice de Dependência Internacional em Produtos e Serviços (IANTN), de 0,75 para 0,41 no que tange ao Programa 2206 referente à Política Nuclear”.

Esta meta está associada a onze ações orçamentárias do PPA 2020-2023. Tais ações orçamentárias, as respectivas metas e o estágio de alcance destas, constam no Anexo X. Destaca-se que o percentual de cumprimento da meta disposto no Anexo II não se refere à execução orçamentária, mas sim ao alcance da meta física, relacionada aos resultados qualitativos. Por exemplo, na ação orçamentária 12P1 (Implantação do Reator Multipropósito Brasileiro), o percentual informado de alcance desta ação refere-se ao quanto já foi implantado, e não o quanto do orçamento já foi executado.

Assim, como é possível observar no Anexo II, o ano de 2022 foi o único da série em que todas as metas físicas foram alcanças 100% (algumas superaram a meta prevista, como é o caso da ação orçamentária 2B32 – Formação Especializada para o Setor Nuclear – que alcançou 103,5% da meta estabelecida). Nos anos anteriores, 2020 e 2021, nem todas as ações alcançaram 100% da meta e para algumas não há informação. As justificativas para falta de informação estão também no Anexo II. Em geral, estão relacionadas ao fato de que algumas ações orçamentárias foram instituídas ao longo do período do PPA em questão. É o caso, por exemplo, da ação 20UY, que foi solicitada pela CNEN quando da elaboração da PLOA 2022 e efetivada apenas com a publicação da LOA de 2022, não existindo, portanto, nos anos de 2020 e 2021. O monitoramento das

²¹ Essas metas e indicadores também constam no Anexo II.

metas para o ano de 2023 não havia sido realizado até a conclusão deste relatório (o primeiro monitoramento será realizado em julho de 2023).

7.2 O papel da CNEN no IANTN e do desempenho desse índice no período 2020-2022

Não obstante ao bom desempenho da CNEN no alcance das metas físicas relacionadas às ações orçamentárias, a meta estabelecida para o IANTN no período 2020-2022 não foi alcançada, como mostrado mais adiante, na Tabela 7.

Cabe antes de mostrar e discutir o desempenho do IANTN no período fazer algumas considerações a respeito da contribuição da CNEN para o alcance das metas relacionadas ao IANTN. Em primeiro lugar, destaca-se que o IANTN é composto por três partes – três frações no numerador – das quais apenas a primeira corresponde à atuação da CNEN, a saber, a relação IRAD/IFRAD, que corresponde à importação de insumos, matéria prima e serviços para a produção dos radiofármacos dividida pelo faturamento por ocasião da venda de radioisótopos. Ou seja, o desempenho do IANTN é parcialmente de responsabilidade da CNEN, não sendo este, portanto, um índice adequado para medir a contribuição da CNEN para o alcance dos objetivos da Política Nuclear.

Em segundo lugar, mesmo que se isole a parte do numerador que corresponde à atividade da CNEN, de modo a identificar o tamanho da sua contribuição para o desempenho do Índice, a atividade relacionada à importação e venda de radioisótopos corresponde apenas a uma parcela de todo o escopo de atuação da autarquia. Em outras palavras, a CNEN contribui para o alcance dos objetivos da PNB com ações e atividades em outras frentes, que não estão contempladas no índice, o que reforça o argumento de que este é insuficiente para medir a contribuição da CNEN para Política Nuclear.

Além disso, ainda que a parcela que cabe à CNEN na composição do IANTN pudesse ser utilizada para medir uma contribuição parcial da instituição para autonomia da Política Nuclear, a razão entre importação e faturamento de radioisótopos não parece um indicador adequado para medir autonomia, mas sim para medir custo-benefício. Se compreendermos autonomia como a capacidade nacional de se auto suprir (sem depender de importações), a medida mais adequada seria a razão entre volume importado de insumos e volume produzido.

Esses pontos podem explicar, ao menos em partes, porque apesar da CNEN apresentar uma boa execução das metas físicas do PPA 2020-2023, o mesmo desempenho não se observa no IANTN. Segundo a própria CNEN, durante o período 2020-2022, não só não foi possível atingir a meta estabelecida para o IANTN, como este retrocedeu do nível de referência inicial de 0,75 (linha de base em 31/12/2018) para 0,9226 na última apuração, em dezembro de 2022. O valor referente a variável CNEN (IRAD/IFRAD) também retrocedeu e ficou no valor de 0,9245 em 2022. A Tabela 7 abaixo apresenta a evolução geral do Índice e a parte específica referente à contribuição da CNEN.

Tabela 7: Evolução do IANTN – 2020-2022

Evolução			
Período PPA	2020	2021	2022
IANTN	VALOR ESPERADO		
	0,58	0,57	0,57
	VALOR APURADO		
	0,8884	0,9200	0,9226
Variável CNEN Irad/frad	VALOR APURADO		
	0,7852	0,8921	0,9245

Fonte: CNEN

De acordo com a CNEN, ao longo do período do PPA o denominador IFRAD (R\$ 105.702.812,00) obteve uma evolução pequena, de aproximadamente 2,9%, em relação ao valor de referência (R\$ 102.649.255,00), em 2018. Por outro lado, o numerador IRAD (R\$ 97.728.840,00), apresentou variação na ordem de 85% em relação ao valor de referência (R\$ 52.677.197,00). Assim, a variável da CNEN teve um crescimento ao longo desses anos 2020-2022 na relação importação de insumos/faturamento da venda de radioisótopos.

A CNEN destaca como um dos fatores decisivos para esse desempenho o fato de que as importações (IRAD) são realizadas em dólar comercial e que o valor dessa moeda no período compreendido entre 30 de dezembro de 2018 (ano no qual foram tomados os valores de referência) até 30 de dezembro de 2022 variou na ordem de 34,65%. Além disso, não houve atualização dos valores de venda dos radiofármacos pela CNEN desde então. Por fim, a CNEN informou que já está apurando os custos dos seus produtos de modo a atualizar a tabela de preços para comercialização dos radiofármacos.

7.3 A execução das atividades desenvolvidas pela CNEN relacionadas aos objetivos da Política Nuclear

As ações e atividades desenvolvidas e informadas pela CNEN (Anexo II) possuem prazos de conclusão que variam entre 2019 e 2025. Há também atividades que, por serem de execução contínua, ou executadas sob demanda, não possuem prazo de conclusão definidos. A Tabela 8 mostra a situação de execução das atividades desenvolvidas pela CNEN no âmbito da Política Nuclear Brasileira vigente. Observa-se que a maior parte das ações e atividades informadas, 85%, estão em andamento e apenas 9% foram finalizadas.

Tabela 8: Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN relacionadas com os objetivos da PNB

Situação atual* de execução das atividades	Quantidade	Distribuição %
Em andamento	129	85%
Em planejamento	2	1%
Contínua	6	4%
Finalizada	13	9%
Sem Informação	1	1%
Total	151	100%

Fonte: elaborado pela equipe CGU com base em informações da CNEN.

*Com base em informações prestadas em maio de 2023.

Em relação aos óbices e desafios para execução das atividades informadas, em especial aquelas que ainda estão em andamento, os principais informados pela CNEN são:

- Diminuição significativa no quadro de profissionais da CNEN em função de aposentadorias;
- Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;
- Insuficiência de quadro de pessoal qualificado;
- Falta de concursos para repor a redução do quadro de profissionais;
- Investimentos e orçamento insuficientes.

A superação dos desafios citados acima, em especial no que diz respeito à reposição do quadro de pessoal qualificado e o aumento dos recursos orçamentários, são considerados pela instituição os principais fatores que poderiam contribuir para execução das atividades ainda não finalizadas.

7.4 Mais da metade das ações são desenvolvidas com autonomia tecnológica nacional

Esta etapa da avaliação buscou identificar, junto à CNEN, aspectos relacionados à infraestrutura, materiais e insumos nucleares para os quais a Comissão considera que o Brasil já alcançou autonomia tecnológica na produção.

A partir de informações prestadas pela CNEN a respeito das atividades desempenhadas pela autarquia para atingir os objetivos da PNB, também foram solicitadas informações a respeito daquela para as quais o país já possui autonomia tecnológica nuclear nacional alcançada. O detalhamento das atividades informadas pela CNEN consta do Anexo II deste Relatório.

Das 150 atividades informadas, a CNEN considera que 79 delas são desenvolvidas com autonomia tecnológica nacional – o que corresponde a 52% das ações desenvolvidas pela instituição e informadas à CGU. Dentre essas atividades, estão as que envolvem a promoção da segurança nuclear e radiológica; formação especializada no setor nuclear e áreas correlatas; desenvolvimento de tecnologias inovadoras para aplicação em detectores e sensores de radiação; rastreabilidade metrológica para radiofármacos; e uso pioneiro de grafeno e seus derivados para tratamento de rejeitos radiativos líquidos.

Tabela 9: Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN por status de autonomia tecnológica nacional

Status de autonomia tecnológica	Quantidade	Distribuição %
Possui Autonomia	79	52%
Não Possui Autonomia	24	16%
Não Aplicável	2	1%
Sem Informação	46	31%
Total	151	100%

Fonte: elaborado pela equipe CGU com base em informações da CNEN.

Apenas 24 das 151 ações desenvolvidas pela CNEN possuem alguma dependência de outros países (correspondente a 16%). Dentre estas estão: desenvolvimento e disponibilização de novos produtos e serviços para área da saúde; estudos de Reatores SMR (Reatores Modulares pequenos) visando a independência e a segurança energética; e o desenvolvimento de uma plataforma para visualização de transientes espaciais no núcleo do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). Para uma grande quantidade de atividades (46 delas, equivalente a 30%) não houve informação a respeito do status de autonomia tecnológica. A lista completa das atividades desenvolvidas por status de autonomia tecnológica de cada uma das atividades está no Anexo II.

7.5 Ações e Atividades para as quais a autonomia tecnológica nacional é mais vantajosa que a dependência internacional

Em complemento à abordagem do tópico anterior, esta etapa da avaliação buscou identificar, junto à CNEN, entre as atividades desenvolvidas pela autarquia e para as quais o país não possui autonomia tecnológica nacional, para quais a autarquia considera ser mais vantajosa a manutenção da dependência internacional.

Dentre as 24 atividades desenvolvidas pela CNEN para as quais considerou-se que não há autonomia tecnológica nacional, apenas para uma delas a instituição julga que não é vantajoso a busca pela autonomia tecnológica nacional, qual seja: “Empreender e manter ações para o Sistema Internacional de Monitoramento do Regime Global de Verificação da ONU, parte integrante do Tratado de Proibição Completa de Testes Nucleares (*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty* - CTBT), celebrado em 10 de setembro de 1996”.

Para todas as demais atividades, a CNEN considera que buscar a autonomia tecnológica é o mais vantajoso para o Brasil. O Quadro 13 apresenta a descrição dessas atividades. Dessas, vinte encontram-se em andamento, uma encontra-se em fase de planejamento e duas estão finalizadas.

Quadro 13: Ações e Atividades desenvolvidas no âmbito da CNEN para as quais deve-se buscar a autonomia tecnológica nacional

Atividades para as quais deve-se buscar a autonomia tecnológica nacional
Utilização do Reator TRIGA em pesquisa, experimentos e treinamentos.
Pesquisa, desenvolvimento e inovação aplicados ao RMB
Desenvolver e disponibilizar novos produtos e serviços para a área da saúde
Pesquisa, desenvolvimento e inovação aplicados ao desenvolvimento e à aplicação de instrumentação nuclear
Desenvolver e aplicar métodos analíticos para a quantificação de radionuclídeos tipicamente utilizados em artefatos nucleares
Desenvolvimento e manutenção de padronização primária das grandezas utilizadas nas medições das Radiações Ionizantes pelo Laboratório Nacional de Metrologia das radiações Ionizantes LNMRI/IRD
Disseminação das grandezas utilizadas nas medições das Radiações Ionizantes
Reatores Modulares de Pequeno Porte (RMPP) Aplicados a Exploração de Petróleo e Dessalinização
Aplicação de radioisótopos em estudos sobre o impacto da acidificação dos oceanos em frutos do mar: Uma abordagem Global
Fluidodinâmica Computacional aplicada à Tecnologia de Reatores Nucleares
Termo-Hidráulica de Reatores Nucleares: Circulação Natural, Convecção Natural e Dinâmica de Bolhas
Estudo Numérico das Equações da Cinética Espacial Multigrupo para Transientes em Reatores Nucleares Avançados Críticos e Sistemas Subcríticos (ADS) em Distintas Geometrias
Desenvolvimento de uma plataforma para visualização de transientes espaciais no núcleo do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB)
Análise Neutrônica-Termohidráulica e Reconstrução de Potência de Reator Nuclear para Propulsão Naval
Projetos e pesquisas utilizando a lógica fuzzy para modelagem de sistemas complexos
Projetos e pesquisas utilizando a lógica fuzzy para modelagem e gestão do conhecimento, além de modelos, dispositivos e canais de divulgação científica
Implantação de um Cluster de Computação Paralela multiusuário para resolução de problemas complexos na área nuclear
Pesquisa, desenvolvimento e oferecimento de novos sistemas de instrumentação e controle para o setor nuclear brasileiro
Atualização das instalações de reatores de pesquisa com novas tecnologias de instrumentação, monitoração e interfaces de operação
Metodologias para Análise da Confiabilidade Humana em Reatores Nucleares
Implementação de um algoritmo em FPGA para processamento de sinal de detectores cintiladores e escrita de código para funções auxiliares de um analisador multicanal
Reatores Modulares de Pequeno Porte Aplicados a geração nucleoeletrica
Estudos, desenvolvimento e implementação de Instrumentação nuclear para Reatores Modulares pequenos (SMR), incluído no PNE 2050 (Tecnologias Disruptivas).

Fonte: elaborado pela equipe CGU com base em informações da CNEN.

Dentre as ações para as quais foi informado que ainda não há autonomia tecnológica nacional, e para as quais a CNEN considera que tal autonomia seria vantajosa, os requisitos considerados necessários pela instituição para o alcance dessa autonomia são:

- aquisição de novos equipamentos,
- reposição de equipamentos obsoletos;
- treinamento e capacitação de pessoal;
- modernização de infraestrutura laboratorial e de TI; e
- aumento da força de trabalho com a contratação de novos servidores para as áreas finalísticas.

7.6 Considerações Finais sobre a contribuição da CNEN para o alcance da autonomia tecnológica na PNB e os principais desafios

Esta seção buscou trazer evidências sobre em que medida a CNEN tem contribuído para que o Brasil alcance a autonomia tecnológica na Política Nuclear, bem como identificar, do ponto de vista da Comissão, quais são os principais desafios para o alcance desta autonomia. As respostas às questões levantadas na introdução desta seção foram respondidas a partir de levantamento de informações junto à CNEN.

Foi possível identificar 150 atividades desenvolvidas pela Comissão que estão relacionadas aos objetivos estabelecidos na Política Nuclear Brasileira (Decreto nº 9.600/2018). Ou seja, é possível concluir que a CNEN trabalha de maneira alinhada ao que estabelece a PNB e que, portanto, contribui para o alcance dos objetivos definidos, inclusive no que se refere ao alcance de autonomia tecnológica nuclear no país.

Contudo, há limitações para identificar com precisão quantitativa a medida dessa contribuição devido à ausência de definição, por parte da própria PNB, de metas objetivas e quantificáveis que permitam aferir o quanto da autonomia tecnológica alcançada até então no setor nuclear brasileiro se deve à contribuição das atividades e ações desenvolvidas pela CNEN.

A meta estabelecida para CNEN no PPA 2020-2023, qual seja: “Reduzir o Índice de Dependência Internacional em Produtos e Serviços (IANTN), de 0,75 para 0,41 no que tange o Programa 2206 referente à Política Nuclear”, se mostra insuficiente para aferir toda a sua contribuição para o avanço na política nuclear. Isto porque a composição do índice não incorpora todas as atividades executadas pela CNEN, bem como incorpora atividades realizadas por outras instituições.

Além disso, a última apuração do IAN, realizada em dezembro de 2022, mostra que não só não houve avanço em direção à meta estabelecida para o Índice, como este retrocedeu no período 2020-2022 em relação a sua linha de base de 0,75 para 0,9226. Isto indica que, em que pese a atuação do CNEN, bem como de outras instituições que compõem o IANTN, a dependência internacional de produtos e serviços nucleares não só não reduziu como aumentou nos últimos anos.

Não obstante, mais da metade das atividades desenvolvidas pela CNEN e informadas à equipe de avaliação já são desenvolvidas com autonomia tecnológica. Em relação àquelas que ainda possuem algum grau de dependência tecnológica externa, a CNEN considera que os principais desafios para a desejada autonomia é o aumento de investimento financeiros visando especialmente a modernização da infraestrutura e a recomposição do quadro funcional de alta qualificação.

Contudo, há carência de informações a respeito de diversas ações e atividades desenvolvidas que foram informadas como, por exemplo, o estágio de execução. É necessária a definição de metas e indicadores quantificáveis e precisos a respeito de todas as atividades e ações da Comissão, bem como da dimensão dos aportes financeiros e de recursos humanos necessários para o alcance da autonomia tecnológica nos aspectos para os quais a instituição considera que esta autonomia é mais vantajosa do que a dependência.

8 A flexibilização do monopólio da União

O Brasil tem condições efetivas e concretas para se tornar um player importante no mercado mundial das cadeias de suprimento da energia nuclear. Esta avaliação tem como fundamento os seguintes fatores. O primeiro é do contexto mundial determinado pelo processo de transição energética com foco na descarbonização. Este processo irreversível passou a considerar a energia elétrica de geração nuclear como uma energia verde, capaz assim de corroborar com a descarbonização na produção de energia elétrica. Um segundo fator, mais conjuntural, mas com implicações estruturais sobre o mercado de urânio enriquecido, foi a guerra da Ucrânia que passou a determinar um desequilíbrio entre a oferta e demanda deste insumo com as imposições de sanções econômicas à Rússia, um grande produtor e exportador mundial deste insumo. O terceiro fator relaciona-se com o agravamento do acirramento geopolítico mundial entre EUA e China, tendendo a criar, de fato dois grandes mercados mundiais, análogo aos tempos da Guerra Fria. Por último, destaca-se as perspectivas de consolidação da tecnologia dos pequenos reatores modulares (SMR) abrindo para o Brasil uma possibilidade concreta para criar uma base produtiva centrada na dinâmica das linhas de montagem Tayloristas. Centra-se no fato do Brasil possuir expressivas reservas de urânio, ter desenvolvido e consolidado tecnologia própria para o enriquecimento do combustível nuclear, deter uma base geradora de energia elétrica de fonte nuclear, não possuir e nem desejar armamento nuclear.

No entanto, para que o Brasil possa aproveitar o cenário delineado pelo processo de transição energética transformando o seu potencial natural, produtivo e institucional em efetivo desenvolvimento econômico e social, capaz de gerar mais renda, emprego e arrecadação de impostos, é imprescindível a flexibilização do monopólio do Estado que incide, regula e restringe toda a cadeia de valor do setor nuclear.

Desta forma, somente com a flexibilização do monopólio, foco central deste relatório, será possível atrair investimentos privados, dada a incapacidade de se manter o modelo de Estado produtor. Esta impossibilidade deve-se à mudança do padrão de financiamento global para setores de infraestrutura dada as restrições ao endividamento do Estado, em especial e com destaque para os países em desenvolvimento como é o caso do Brasil. Em suma, o novo paradigma é do Estado regulador.

Neste sentido e direção, toda a cadeia produtiva do setor nuclear do Brasil só poderá ter um desenvolvimento rápido e sustentável com medidas objetivas infra legais que permitam flexibilizar o monopólio da União, tendo como última opção alterações na Constituição. Vale assinalar que este processo de flexibilização ocorreu em países onde o setor nuclear tem cadeias produtivas bem estruturadas e com papel ativo nos mercados mundiais.

Deve-se almejar um arranjo institucional e regulamentação em todos os níveis normativos, com regras claras que permitam a mediação das relações e transações entre os agentes, ampliando e dinamizando a participação da iniciativa privada, que viabilize e respalde o acesso às fontes de financiamento. Para tanto, é fundamental a flexibilização do monopólio da União na cadeia nuclear.

Numa visão lato sensu, a cadeia produtiva do setor nuclear brasileiro pode ser descomposta nos segmentos da mineração, processamento do urânio, geração de energia elétrica, demandando um marco legal, que precisa incorporar regulamentação, certamente com aprimoramentos no marco institucional para que a flexibilização do monopólio da União possa destravar o desenvolvimento do setor nuclear no Brasil.

A experiência internacional, em especial de três países líderes - EUA, Reino Unido e Canadá - acumulam experiências que merecem a atenção analítica do Brasil.

A seguir são destacados, de forma sucinta, os elementos mais relevantes para o processo de flexibilização do monopólio de Estado do setor nuclear brasileiro. O detalhamento de cada uma das iniciativas necessárias em cada um dos aspectos analisados (exploração de minérios nucleares, enriquecimento de urânio, geração de energia elétrica, alterações do marco legal e institucional, e os aspectos relevantes das experiências internacionais, consta detalhado no Apêndice B deste relatório.

8.1 Exploração de minérios nucleares

Em relação à flexibilização do monopólio no segmento produtivo da exploração de minérios nucleares, destacam-se dois direcionamentos objetivos para viabilizar e estimular o desenvolvimento da cadeia nuclear em parcerias com agentes- investimentos privados:

- i. Solução dos vetos à Lei N° 14.514, no Congresso Nacional; e
- ii. Definição de modelos de parceria e de negócios entre as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e agentes privados nacionais e estrangeiros.

Na análise das etapas finais da discussão da Lei N° 14.514 no Congresso Nacional, o mais relevante é o veto ao artigo 10 do PLV 29/2022, que condicionaria as exportações de minérios nucleares à autorização do Ministério de Minas e Energia (MME). Este veto evitará entraves burocráticos e inseguranças jurídicas relevantes, ou seja, custo de transações elevados. As parcerias através de modelos de negócio com as INB devem ser definidas a partir e no âmbito legal da promulgação da Lei N° 14.514. No item 4 deste Sumário Executivo são apresentadas considerações complementares vinculantes às INB.

8.2 Enriquecimento de Urânio

Os aprimoramentos com vista a garantir em parte a participação da iniciativa privada do processo de enriquecimento de urânio, devem considerar garantias que não comprometam os objetivos de segurança, proteção ou não proliferação que o Brasil adota. Para tanto, o governo brasileiro deve estreitar ainda mais a colaboração e interação com organizações internacionais e órgãos reguladores, notadamente com a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, na sigla em inglês), para que propostas de alterações nos regulamentos de segurança nuclear sejam consistentes e aderentes aos padrões internacionais e as melhores práticas globais.

Desta forma, ficará garantida a atenção a estes regramentos de segurança, reduzindo assim os riscos de investimentos privados, possibilitando que o governo, por meio da INB, possa dar prioridade às parcerias com empresas nacionais e principalmente internacionais para aumentar a capacidade produtiva do enriquecimento de urânio tendo como objetivo maior ampliar a participação nacional no mercado mundial, aproveitando o potencial de competitividade do Brasil.

8.3 Geração de energia elétrica

O Plano Nacional de Energia (PNE) 2050 estudo de grande amplitude e magnitude, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)-MME, indicou a necessidade da flexibilização do monopólio da União na cadeia nuclear para garantir a maior diversificação da matriz elétrica brasileira, estratégia eficiente para garantir a segurança no suprimento de energia elétrica frente às incertezas e desafios do processo de transição energética.

Neste contexto, assume-se como pressuposto central a necessidade da adoção de parcerias público-privadas com base nos modelos adotados no SEB, que, merece ser destacado com a devida ênfase, não há diferenciação entre agentes públicos e privados. As parcerias com participação de agentes privados envolvem arranjos comerciais capazes de garantir que os empreendimentos term nucleares sejam atrativos, mitigando riscos e economicamente sustentáveis.

Dentre as propostas de flexibilização do monopólio na geração de energia elétrica, estão considerados modelos para envolver o setor privado na cadeia produtiva como um todo, flexibilizando o monopólio da União, a partir de desenhos já utilizados em outros países e considerando a experiência exitosa do SEB nos segmentos de geração e transmissão, podendo envolver toda a cadeia nuclear. Os desenhos para flexibilização incluem:

- i. Sociedades de propósito específico (SPE);
- ii. Parcerias empresariais minoritárias; e
- iii. Prestação de serviços.

As SPEs têm sido um mecanismo utilizado no setor nuclear de inúmeros países para a construção e operação de usinas geradoras de energia elétrica. As parcerias minoritárias permitem uma participação societária sem perda de controle público do projeto, incluindo também uma transferência tecnológica, ponto fundamental para o Brasil nesta área de desenvolvimento estratégico. A prestação de serviços caminha de forma lateral, no sentido de auxiliar o envolvimento do setor privado nas diversas e complexas atividades ligadas à geração de energia, sem necessidade de garantias da União ou acordos internacionais, também aplicada aos novos empreendimentos como os SMR.

Uma conclusão é que todos os modelos devem ter dois condicionantes importantes. O primeiro é firmar garantias para a transferência tecnológica e o segundo compromissos de financiamentos privados. Ambos os condicionantes são fundamentais para maior e mais dinâmico desenvolvimento do setor nuclear no país.

8.4 Marco Legal e Institucional

Para explorar as reais vantagens da flexibilização do monopólio da cadeia nuclear no Brasil, são necessárias mudanças no marco institucional. Um primeiro procedimento crucial é o funcionamento efetivo da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), que ainda depende da indicação dos nomes que comporão a sua Diretoria Colegiada e aprovação destes membros em uma sabatina no Senado. Esta sabatina pode ser usada como um momento para apresentar propostas e sugestões concretas para flexibilização do monopólio da União.

Em relação ao fortalecimento da INB, que passará a ser mais atuante devido à Lei nº 14.514/2022, deve-se considerar a necessidade e possibilidade do estabelecimento de um planejamento de longo prazo, contendo expectativas de projetos futuros, pesquisa e desenvolvimento e outros pontos que poderiam reforçar o interesse do setor privado, em especial os modelos de parceria com agentes privados.

Neste sentido, as formas possíveis de parcerias entre as INB e agentes privados que poderão ser contratadas para realização das atividades de exploração de minério nuclear, é fundamental estabelecer regras mais claras associadas a modelos de negócios. Estes desenhos poderiam ser feitos em âmbito infraconstitucional, contanto que mantido o estabelecimento de subsidiárias nas quais as INB detenham no mínimo 51% de participação acionária, como explicitado na nova lei.

Exemplos de experiências internacionais são essenciais para reduzir resistências e ampliar alianças no Congresso. Entre elas, destaca-se o modelo de Base de Ativos Regulamentada (RAB, *Regulated Asset Base*) adotado no Reino Unido. Este modelo permite aos investidores compartilhar uma parcela dos riscos operacionais e de construção com consumidores, contribuindo para reduzir os custos de capital se comparado ao modelo de Contratos por Diferença. Além disso, sua implementação a partir do *Nuclear Energy (Financing) Act* (NEFA) permitiu sua utilização de forma 'tecnologicamente agnóstica', isto é, permitindo o uso do modelo para diversas tecnologias nucleares avançadas, sujeitas a negociações entre desenvolvedores e o governo.

No que concerne aos fundos de financiamento necessários para desenvolvimento do setor nuclear, deve-se considerar os fundos climáticos, de diferentes fundos de P&D e instrumentos tradicionais de isenções fiscais. Destaca-se, pela experiência internacional que a utilização de fundos, subsídios e isenções fiscais são fundamentais para progredir com o processo de transferência tecnológica possibilitado pela flexibilização do monopólio.

8.5 Aspectos relevantes das experiências internacionais

De forma geral, diferentes governos utilizam subsídios e incentivos fiscais para catalisar investimentos em segmentos específicos do setor nuclear. Há inúmeros exemplos internacionais aqui resumidos.

Os subsídios podem assumir várias formas, como pagamentos diretos, doações, garantias de empréstimos e créditos fiscais, e podem ser direcionados a setores, empresas ou projetos específicos. Os incentivos fiscais, por outro lado, reduzem o valor do imposto pago por empresas, estimulando o investimento e a atividade econômica.

Ao fornecer esses incentivos, os governos esperam atrair investimentos do setor privado e acelerar o desenvolvimento de novas tecnologias, indústrias e infraestrutura. Subsídios e incentivos fiscais são vistos como uma forma eficiente e dinâmica de os governos alavancarem recursos.

A Lei de Política Energética de 2005 (EPAct05) forneceu vários subsídios e incentivos fiscais para apoiar o desenvolvimento do setor nuclear nos Estados Unidos. No geral, esses incentivos forneceram um impulso significativo ao setor nuclear norte americano, reduzindo os riscos financeiros e incentivando o investimento em novas instalações nucleares.

Em relação ao caso brasileiro, observa-se que, em termos de subsídios e isenções fiscais, não está claro até que ponto o Brasil tem alocado recursos para apoiar o setor nuclear. No entanto, vale notar que o governo brasileiro historicamente tem apoiado a energia nuclear e tem investido no desenvolvimento de suas capacidades nucleares.

No entanto, no Brasil, existem leis que visam conceder incentivos fiscais e subsídios ao setor nuclear, porém, de maneira pouco eficiente, não-sistemáticas e não integradas numa política estratégica.

O exemplo dos Estados Unidos, mesmo guardadas as diferenças ímpares, possui uma orientação mais sistêmica, com um chamado "modelo de apoio híbrido". Significa um foco governamental especial não só para o "quê" (produto) mas também para o "como" (processo). Orientados por um acompanhamento contínuo dos projetos (com equipes exclusivas de apoio) sob a orientação de uma estratégia nacional, que visa explicitamente a disseminação da energia nuclear.

O caso brasileiro, apesar de demonstrar ser um projeto bem estruturado, com o intuito de aproveitar as capacidades e recursos do setor nuclear, ou seja, o domínio do ciclo do combustível e as reservas de urânio, também revela oportunidades desperdiçadas pelo país, devido à falta de um planejamento estratégico de Estado. Dentre as principais razões para as diferenças de eficiência, está a falta de coordenação intersetorial na formulação de políticas públicas, aliada à falta de um Plano Nacional (de Estado) para a tecnologia nuclear no Brasil.

Por sua vez, ao se examinar a experiência do Canadá, evidenciam-se algumas semelhanças entre o quadro institucional nuclear brasileiro e canadense, entre elas:

- i. Estabelecimento de um órgão focado somente na regulação;
- ii. Envolvimento de Ministérios e órgãos ambientais na política e no licenciamento, respectivamente; e
- iii. Existência de organizações federais voltadas a promoção dos usos pacíficos desta tecnologia.

Entretanto, existem diferenças institucionais entre o Brasil e Canadá, principalmente, devido ao marco legal do monopólio da União sobre toda a cadeia nuclear brasileiro. No caso canadense, que não tem monopólio de Estado, há um forte interesse de agentes privados no setor nuclear, com instituições voltadas tanto para promoção e organização de empresas na indústria nuclear canadense, quanto para incentivar a cooperação e desenvolvimento tecnológico, destacando-se a Organização das Indústrias Nucleares Canadenses (OCNI), Grupo de Proprietários de CANDU (COG) e Organização de Gerenciamento de Resíduos Nucleares (NWMO). Estes termos, o cenário institucional canadense ao propiciar a participação dos agentes privados no setor nuclear é um bom referencial para o Brasil em um cenário de flexibilização do monopólio da União no setor nuclear.

A comparação com o Canadá reforça a urgência da implementação efetiva da ANSN como o órgão regulador das atividades do setor nuclear. Só assim, como no Canadá, essa autoridade poderá revisar e modernizar os requisitos de segurança e de fiscalização sobre os usos nucleares, afastando a possibilidade de insegurança institucional e, conseqüentemente, permitindo a entrada de agentes privados.

Uma das principais questões decorrentes do processo de flexibilização do monopólio estatal na cadeia nuclear do Reino Unido envolve o significativo intervalo entre a decisão de incorporar o setor privado na operação de ativos de geração elétrica nuclear, em 1988, e a implementação efetiva de tal geração, em 1996. A lacuna foi atribuída às incertezas sobre os custos do descomissionamento e do descarte de resíduos

nucleares, resultando no adiamento do processo por anos pelo governo e na criação de duas empresas públicas para o setor.

A meta de longo prazo do governo britânico é aumentar a capacidade de geração de energia elétrica de base nuclear para 24 GW em 2050, quando deverá atender cerca de 25% da demanda energética do país. Atualmente, o Reino Unido conta com uma parceria empresarial com a *EDF Energy* opera os 11 reatores nucleares em seis estações geradoras ao longo da Inglaterra e da Escócia. Apesar da saída do Reino Unido da União Europeia, as relações entre os dois países têm se mantido estáveis o suficiente para que os britânicos confiem em seus vizinhos franceses para a operação das instalações nucleares em seu território.

Essa parceria ilustra a complexidade das decisões políticas e econômicas envolvidas no setor nuclear e na gestão de recursos energéticos, demonstrando a necessidade de equilibrar interesses locais e internacionais, bem como garantir a segurança e a sustentabilidade no fornecimento de energia. A experiência do Reino Unido serve como um estudo de caso valioso para a busca brasileira pela diversificação de suas fontes de energia e reavaliação de suas políticas energéticas em um contexto global de redução das emissões de carbono.

9 Conclusões

A presente avaliação apresenta um diagnóstico acerca de objetivos da Política Nuclear Brasileira relacionados ao desenvolvimento e a inovação da tecnologia nuclear e à busca da autonomia tecnológica nacional, a promoção da autossuficiência nacional na produção e no fornecimento de radioisótopos e a sua exportação, e a autonomia na produção do combustível nuclear e em todas as etapas do seu ciclo e ampliação da geração da energia nucleoeletrônica, passando pela flexibilização do monopólio da União.

Tendo em vista a complexidade do tema e a diversidade de aspectos passíveis de análise, para a presente avaliação foram definidas abordagens relacionadas a aspectos operacionais e finalísticos da PNB. Para isso, foram selecionados os seguintes temas relacionados à PNB para composição do escopo da avaliação: a execução orçamentária do Programa Nuclear Brasileiro ao longo dos Planos Plurianuais; a atuação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em relação às pesquisas científicas relacionadas ao setor nuclear e aos desafios para o alcance da autonomia tecnológica nuclear; e o aprimoramento do marco regulatório associado à energia nuclear em relação à flexibilização do monopólio da União.

Para o embasamento necessário à realização da avaliação, foi realizado levantamento dos principais atores do setor nuclear nacional, das principais normas e regulamentos aplicáveis ao setor nuclear, o histórico da evolução do setor nuclear brasileiro e a experiência do setor nuclear de outros países.

No que se refere à evolução da execução orçamentária nos Planos Plurianuais, observou-se que as ações orçamentárias que compõem o programa, as principais, ou mesmo as acessórias, têm como objetivo a geração de energia e a ampliação da oferta de produtos e serviços associados à produção nuclear. No período analisado, as ações orçamentárias que integram o ciclo do combustível nuclear e a produção de radiofármacos/radioisótopos apresentam maior importância na execução. Verificou-se dificuldades em se atingir os índices estipulados no atual PPA para o Índice de Autonomia Nacional em Produtos e Serviços Derivados da Tecnologia Nuclear (IATAN), a necessidade da retomada de investimentos para a construção do Reator Multipróspero Brasileiro, e a necessidade de melhoria das informações orçamentárias acerca da regionalização dos gastos em atividades nucleares de distribuição de radiofármacos/radioisótopos.

Sobre a atuação da CNEN para o desenvolvimento da C&T nuclear brasileira e o alinhamento às diretrizes da Política Nuclear em relação às pesquisas par ao setor, a avaliação verificou a necessidade de aprimoramento do planejamento estratégico da entidade, com a definição de metas para os objetivos estratégicos, indicadores e projetos estratégicos a serem desenvolvidos. Também foi verificada a necessidade de que a seleção dos projetos de PD&I entre os seus institutos siga processo sistematizado e padronizado a partir de diretrizes emanadas pela CNEN, ficando a cargo de cada instituto os procedimentos de seleção dos projetos de PD&I. Além disso, entendeu-se necessário o estabelecimento de critérios objetivos e padronizados de seleção de projetos de pesquisa nas UTCs, preferencialmente por meio de editais públicos, em que constem, dentre outros critérios, o apoio a projetos de pesquisas com potencial de inovação ou desenvolvimento de

itens tecnológicos; além da institucionalização de rotinas e ferramentas de monitoramento, dos projetos de pesquisa, visando ao controle e avaliação das atividades de PD&I relacionadas à PNB. Também foram verificados entraves relacionados aos recursos humanos relacionados à PD&I nuclear.

A respeito da contribuição da CNEN para o alcance da autonomia tecnológica na Política Nuclear e os principais desafios, foram identificadas 151 ações – entre concluídas, em andamento e contínuas – relacionadas aos objetivos da PNB - no âmbito das unidades de pesquisa vinculadas à CNEN, sendo que 81% das ações estão relacionadas à ação orçamentária 20UX – Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares – do PPA 2020-2023. Ainda sobre o IATAN, verificou-se que o desempenho desse indicador é apenas parcialmente de responsabilidade da CNEN, não sendo este, portanto, um índice adequado para medir a contribuição da CNEN para o alcance dos objetivos da Política Nuclear. Sobre as ações desenvolvidas pela CNEN, a avaliação verificou que mais da metade são desenvolvidas com autonomia tecnológica nacional, restando ainda desafios a serem superados e que estão relacionados aos recursos humanos (diminuição no quadro de profissionais, perda de know-how, falta de reposição) e aos investimentos e orçamento insuficientes. Esses aspectos também foram relacionados pela CNEN como essenciais para o alcance da autonomia tecnológica nacional em relação a ações e atividades em que esse objetivo ainda não foi alcançado.

Acerca das iniciativas necessárias para o aprimoramento do marco regulatório associado à energia nuclear, passando pela flexibilização do monopólio da União, pela estrutura organizacional do setor e pela sua regulamentação, a avaliação verificou que o Brasil deve almejar um arranjo institucional e regulamentação em todos os níveis normativos, com regras claras que permitam a mediação das relações e transações entre os agentes, ampliando e dinamizando a participação da iniciativa privada e seu acesso às fontes de financiamento. Como medidas fundamentais, são listadas o funcionamento efetivo da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN) e o fortalecimento da INB. Considerando a cadeia produtiva do setor nuclear brasileiro, que pode ser decomposta nos segmentos da mineração, processamento do urânio, geração de energia elétrica, são listadas as seguintes ações a serem buscadas para a flexibilização do monopólio da União possa destravar o desenvolvimento do setor nuclear no Brasil.

Em relação à flexibilização do monopólio no segmento produtivo da exploração de minérios nucleares, destacam-se dois direcionamentos objetivos para viabilizar e estimular o desenvolvimento da cadeia nuclear em parcerias com agentes-investimentos privados: Solução dos vetos à Lei N° 14.514, no Congresso Nacional; e Definição de modelos de parceria e de negócios entre as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e agentes privados nacionais e estrangeiros;

Os aprimoramentos com vista a garantir em parte a participação da iniciativa privada do processo de enriquecimento de urânio devem considerar garantias que não comprometam os objetivos de segurança, proteção ou não proliferação que o Brasil adota. Para tanto, o governo brasileiro deve estreitar ainda mais a colaboração e interação com organizações internacionais e órgãos reguladores;

Dentre as propostas de flexibilização do monopólio na geração de energia elétrica, estão considerados modelos para envolver o setor privado na cadeia produtiva como um todo, flexibilizando o monopólio da União, a partir de desenhos já utilizados em outros países e considerando a experiência exitosa do SEB nos segmentos de geração e transmissão, podendo envolver toda a cadeia nuclear. Os desenhos para flexibilização incluem: Sociedades de propósito específico (SPE); Parcerias empresariais minoritárias; e Prestação de serviços. todos os modelos devem ter dois condicionantes importantes. O primeiro é firmar garantias para a transferência tecnológica e o segundo compromissos de financiamentos privados.

Sobre as experiências internacionais que podem ser apropriadas para o cenário nacional, verificou-se a possibilidade do fortalecimento de incentivos e subsídios podem fornecer impulso significativo ao setor nuclear e reduzir os riscos financeiros e incentivando o investimento em novas instalações nucleares. Além da já citada implementação efetiva da ANSN, também podem ser apropriadas iniciativas relacionadas ao redirecionamento das competências de descomissionamento, de modo a reduzir a incerteza de investidores e propiciar a participação dos agentes privados no setor nuclear

Referências bibliográficas

ABEN. **Quem somos**. 2023. Disponível em: <https://aben.org.br/quem-somos/>. Acesso em: 30 jan. 2023.

ABEN. **Estatuto**. 2022. Disponível em: <https://aben.org.br/wp-content/uploads/2022/01/ESTATUTO-ABEN.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2023.

ALMEIDA, Paulo Roberto de. Introdução. 2006. In: **O estudo das relações internacionais do Brasil: um diálogo entre a diplomacia e a academia**. Brasília: LGE Editora, p. 388.

AMAZUL. **Sobre a Amazul**. 2023a. Disponível em: <https://www.amazul.mar.mil.br/empresa/sobre-a-amazul>. Acesso em: 23 jan. 2023.

AMAZUL. **Estrutura Organizacional**. 2023b. Disponível em: <https://www.amazul.mar.mil.br/estrutura-organizacional>. Acesso em: 23 jan. 2023.

ANDRADE, A.M.R., SANTOS, T.L. **A dinâmica política da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1956-1960**. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/LSv4GckhVfZyGpcMgXFm78M/?lang=pt>. Acesso em: 14 jan. 2023.

ASSIS, C. C. **Responsabilidade Civil do Estado por Danos Nucleares no Brasil e nos Estados Unidos**. Minas Gerais, 2014. Disponível em: <https://www.jfrj.jus.br/sites/default/files/revista-srj/arquivo/587-2433-1-pb.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

BARBOSA, J.A.M. **Contribuição à Legislação Brasileira no Setor de Energia Nuclear**. São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-27102009-221058/publico/TESE.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BORGES, D. S. **Princípios do Direito Minerário em Face do Decreto nº 9.600/2018: Uma Análise das Diretrizes da Política Nuclear Brasileira**. Brasília, 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/23439/1/2019_DaniloSantosBorges_tcc. Acesso em: 19 jan. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, 2016. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 40.110, de 10 de outubro de 1956**. Cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d40110.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 76.805, de 16 de dezembro de 1975**. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=76805&ano=1975&ato=662gXR610MnRVT406>. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 91.146, de 15 de março de 1985**. Cria o Ministério da Ciência e Tecnologia

e dispõe sobre sua estrutura, transferindo-lhe os órgãos que menciona, e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D91146.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2091.146%2C%20DE%2015%20DE%20MAR%C3%87O%20DE%201985&text=Cria%20o%20Minist%C3%A9rio%20da%20Ci%C3%AAncia,menciona%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias. Acesso em: 17 abr. 2023.

_____. **Decreto nº 8, de 15 de janeiro de 1991.** (1991a). Promulga a Convenção sobre Assistência no Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0008.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 9, de 15 de janeiro de 1991.** (1991b). Promulga a Convenção sobre Pronta Notificação de Acidente Nuclear. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0009.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 95, de 16 de abril de 1991.** (1991c). Promulga a Convenção sobre a Proteção Física do Material Nuclear. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0095.htm. Acesso em: 22 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 1.065, de 24 de fevereiro de 1994.** (1994a). 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. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1065.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto de 5 de janeiro de 1994.** (1994b). Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/sn/1994/decreto-42432-5-janeiro-1994-578837-publicacaooriginal-101704-pe.html>. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 2.210, de 22 de abril de 1997.** Regulamenta o Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980, que instituiu o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (SEPRON), e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/d2210.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 2.648, de 1º de julho de 1998.** (1998a). Promulga o Protocolo da Convenção de Segurança Nuclear, assinada em Viena, em 20 de setembro de 1994. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2648.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 2.864, de 7 de dezembro de 1998.** (1998b). Promulga o Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares, assinado em Londres, Moscou e Washington, em 1º de julho de 1968. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2864.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 3.976, de 18 de outubro de 2001.** (2001b). Dispõe sobre a execução, no Território Nacional, da Resolução 1373 (2001) do Conselho de Segurança das Nações Unidas. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d3976.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 4.394, de 26 de setembro de 2002.** Promulga a Convenção Internacional

sobre a Supressão de Atentados Terroristas com Bombas, com reserva ao parágrafo 1 do art. 20. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4394.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%204.394%2C%20DE%2026,20. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 4.899, de 26 de novembro de 2003.** Aprova alterações no Estatuto Social da Eletrobrás Termonuclear S.A. - ELETRONUCLEAR, aprovado pelo Decreto de 23 de dezembro de 1997. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/decretos/2003/decreto-n-4-899-2003.pdf/view>. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 5.935, de 19 de outubro de 2006.** Promulga a Convenção Conjunta para o Gerenciamento Seguro de Combustível Nuclear Usado e dos Rejeitos Radioativos. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/decreto/d5935.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%205.935%2C%20DE%2019,U sado%20e%20dos%20Rejeitos%20Radioativos. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 11674, de 02 de julho de 2008.** Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2008/Dnn/Dnn11674.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 7.722, de 20 de abril de 2012.** (2012a). Dispõe sobre a execução no Território Nacional das Resoluções nº 1540 (2004), e nº 1977 (2011), adotadas pelo Conselho de Segurança das Nações Unidas em 28 de abril de 2004 e em 20 de abril de 2011, as quais dispõem sobre o combate à proliferação de armas de destruição em massa e sobre a vigência do Comitê 1540. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/decreto/d7722.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 9.828, de 22 de junho de 2017.** Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/dsn/Dsn14478.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 9.600, de 5 de dezembro de 2018.** (2018a). Consolida as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/decreto/D9600.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 9.660, de 1º de janeiro de 2019.** (2019d). Dispõe sobre a vinculação das entidades da administração pública federal indireta. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/decreto/D9660.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 9.828, de 10 de junho de 2019.** (2019a). Dispõe sobre o Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/decreto/D9828.htm#:~:text=3A~%3Atext%3DDECRETO%20N%C2%BA%209.828%2C%20DE%2010%2Cque%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 9.915, de 16 de julho de 2019.** Dispõe sobre a qualificação da Usina Termonuclear Angra 3 no Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil03/ato2019-2022/2019/decretoZd9915.htm>. Acesso em: 30

mar. 2023.

_____. **Decreto Nº 10.791, de 10 de setembro de 2021.** (2021a). Cria a Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional S.A. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/decreto/D10791.htm Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Decreto nº 11.334, de 1º de janeiro de 2023.** Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e remaneja cargos em comissão e funções de confiança. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2023-2026/2023/Decreto/D11334.htm#anexo1. Acesso em: 17 abr. 2023.

_____. **Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980.** Institui o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro, e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del1809.htm#:~:text=DECRETO%2DLEI%20N%C2%BA%201.809%2C%20DE%20%20DE%20OUTUBRO%20DE%201980.&text=Institui%20o%20Sistema%20de%20Prote%3%A7%C3%A3o,Brasileiro%2C%20e%20d%C3%A1%20out%20ras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. **Decreto-Lei nº 1.865, de 26 de fevereiro de 1981.** Dispõe sobre a ocupação provisória de imóveis para pesquisa e lavra de substâncias minerais que contenham elementos nucleares. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1865.htm#:~:text=Del1865&text=DECRETO%2DLEI%20N%C2%BA%201.865%2C%20DE,minerais%20que%20contenham%20elementos%20nucleares. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. **Decreto-Lei nº 2.464, de 31 de agosto de 1988.** (1988b). Altera a denominação da Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRÁS, transfere bens de sua propriedade, e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del2464.htm. Acesso em: 22 jan. 2023.

_____. **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. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4118.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Lei nº 5.740, de 1º de dezembro de 1971.** Autoriza a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a constituir a sociedade por ações Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - C.B.T.N., e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l5740.htm. Acesso em: 20 jan. 2023.

_____. **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. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6189.htm. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. **Lei nº 6.453, de 17 de outubro de 1977.** Dispõe sobre a responsabilidade civil por

danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6453.htm. Acesso em: 20 jan. 2023.

_____. **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. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7781.htm. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997.** Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9478.htm. Acesso em: 30 mar. 2023.

_____. **Lei nº 9765, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm#:~:text=LEI%20No%209.795%2C%20DE%2027%20DE%20ABRIL%20DE%201999.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental,Ambiental%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Lei nº 10.308, de 20 de novembro de 2001.** (2001a). Dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos, e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10308.htm#:~:text=LEI%20No%2010.308%2C%20DE%2020%20DE%20NOVEMBRO%20DE%202001&text=Disp%C3%B5e%20a%20sele%C3%A7%C3%A3o%20de,radioativos%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Lei nº 12.706, de 8 de agosto de 2012.** (2012c). Autoriza a criação da empresa pública Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. - AMAZUL e dá outras providências. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12706.htm. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Lei nº 12.731, de 21 de novembro de 2012.** (2012b). Institui o Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro - SIPRON e revoga o Decreto-Lei nº 1.809, de 7 de outubro de 1980. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/L12731.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.** Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm. Acesso em: 30 mar. 2023.

_____. **Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019.** (2019c). Estabelece a organização básica dos

órgãos da Presidência da República e dos Ministérios. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/lei/l13844.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Lei Nº 14.222, de 15 de outubro de 2021.** (2021b). Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2021/lei-14222-15-outubro-2021-791875-norma-pl.html#:~:text=EMENTA%3A%20Cria%20a%20Autoridade%20Nacional,n%C2%BA%2013.976%2C%20de%207%20de>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Lei nº 14.514, de 29 de dezembro de 2022.** (2022b). Dispõe sobre a empresa Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), sobre a pesquisa, a lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, e de materiais nucleares, e sobre a atividade de mineração. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/lei/L14514.htm. Acesso em: 30 mar. 2023.

_____. **Lei Complementar nº 117, de 2 de setembro de 2004.** Altera a Lei Complementar no 97, de 9 de junho de 1999, que dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas, para estabelecer novas atribuições subsidiárias. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp117.htm#art2. Acesso em: 24 abr. 2023.

_____. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011.** Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 19 abr. 2023.

_____. **Medida Provisória nº 870, de 1º de janeiro de 2019.** (2019b). Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios. Presidência da República. Brasília: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/Mpv/mpv870.htm. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. **Medida Provisória Nº 1.133, de 12 de agosto de 2022.** (2022a). Dispõe sobre as Indústrias Nucleares do Brasil S.A. e sobre a pesquisa, a lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, e de materiais nucleares. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/medida-provisoria-n-1.133-de-12-de-agosto-de-2022-422262197>. Acesso em: 20 mar. 2023.

_____. **Plano Nacional de Energia 2050.** (2018b). Brasília: Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. (2019e). Resolução nº 15, de 27 de setembro de 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-15-de-27-de-setembro-de-2019-218827998>. Acesso em: 18 de abr. 2023.

_____. Secretaria-Geral. **Decreto aprova a estrutura regimental e quadro de cargos e funções da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear**. 22 jul. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/noticias/2022/julho/decreto-aprova-a-estrutura-regimental-e-quadro-de-cargos-e-funcoes-da-autoridade-nacional-de-seguranca-nuclear-ansn>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. GSI coordena a 7ª Reunião Plenária do Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/gsi/pt-br/assuntos/noticias/2022/gsi-coordena-a-7a-reuniao-plenaria-do-comite-de-desenvolvimento-do-programa-nuclear-brasileiro>. Acesso em: 18 abr. 2023.

Câmara dos Deputados (2022). Legislação Informatizada - Lei nº 14.514, de 29 de dezembro de 2022 Veto. Dispõe sobre a empresa Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), sobre a pesquisa, a lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, e de materiais nucleares, e sobre a atividade de mineração. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14514-29-dezembro-2022-793588-veto-166698-pl.html>. Acesso em: 30 mar. 2023.

CARVALHO, J. F. de. **O espaço da energia nuclear no Brasil**. 2012; 26 (Estud. av., 2012 26 (74)). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100021>. Acesso em: 18 jan. 2023.

CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA (CENA). **Organograma**. 2015. Disponível em: http://www.cena.usp.br/images/cena_organograma_2015.pdf. Acesso em: 30 jan. 2023.

_____. **O CENA**. 2023. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/home/institucional>. Acesso em: 30 jan. 2023.

CHINA NATIONAL NUCLEAR CORPORATION (CNNC) (2020). Tianwan 5 achieves criticality. Disponível em: <https://en.cnncc.com.cn/2020-07/31/c525509.htm>. Acesso em: 30 mar. 2023.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CENEN). Relatório de Gestão. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/avulsos/relatorio-definitivo-2016-pdf/view>. Acesso em 19 jan. 2023.

_____. Relatório de Gestão. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/avulsos/rel-gestao-2019-pdf>. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. **Quem somos**. 2022a. Disponível em: <http://antigo.cnen.gov.br/quem-somos>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Competências**. 2022b. Disponível em: <http://antigo.cnen.gov.br/institucional/40-lei-de-acesso-a-informacao/76-competencias>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Estrutura Organizacional**. 2022c. Disponível em: <http://antigo.cnen.gov.br/institucional/40-lei-de-acesso-a-informacao/74-estrutura-organizacional>. Acesso em: 9 jan. 2023.

_____. **Cronologia da energia nuclear**. 2022d. Disponível em: <http://memoria.cnen.gov.br/memoria/Cronologia.asp?Unidade=Brasil>. Acesso em: 9 jan. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). **4a Reunião Extraordinária CNPE**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e>

[comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/memorias-da-reuniao/2018/apresentacao-4a-reuniao-extraordinaria-cnpe-09-10-18-aeped-final-plenaria.pdf](https://www.cnpq.br/comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/memorias-da-reuniao/2018/apresentacao-4a-reuniao-extraordinaria-cnpe-09-10-18-aeped-final-plenaria.pdf). Acesso em: 30 mar. 2023.

ELETRONUCLEAR. Demonstrações financeiras & Relatório da Administração. 2020. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Documents/eletronuclear-.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.

_____. **Nossas Atividades – Angra 1.** 2023a. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-1.aspx>. Acesso em: 17 jan. 2023.

_____. **Nossas Atividades – Angra 2.** 2023b. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-2.aspx>. Acesso em: 17 jan. 2023.

_____. **Nossas Atividades – Angra 3.** 2023c. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-3.aspx>. Acesso em: 17 jan. 2023.

_____. **Quem somos.** 2023d. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Paginas/A-Eletronuclear.aspx>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Estatuto.** 2023e. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Governanca/Documents/Base-Juridica/ESTATUTO.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS (EPE). **PNE 2050 – Plano Nacional de Energia.** 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.

EMIRATES NUCLEAR ENERGY CORPORATION (ENEC). **Leadership and Governance.** 2023. Disponível em: <https://www.enec.gov.ae/about-us/leadership-and-governance/joint-> Acesso em: 30 mar. 2023.

EXELON. **About Us – Projects and Locations.** 2023. Disponível em: <https://www.exeloncorp.com/company/about-exelon>. Acesso em: 30 mar. 2023.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Laboratórios IDQBRN. Centro Tecnológico do Exército.** 2020a. Disponível em: <https://www.ctex.eb.mil.br/projetos-em-andamento-idqbrn>. Acesso em: 24 abr. 2023.

_____. **Principais Atuações na Área DQBRN.** 2020b. Disponível em: <http://www.1btldqbrn.eb.mil.br/principais-atividades>. Acesso em: 24 abr. 2023.

_____. **Estrutura Organizacional.** 2023. Disponível em: <https://www.eb.mil.br/estrutura-organizacional>. Acesso em: 24 abr. 2023.

HEILBRON S. **Uma proposta de diretrizes para a formulação de estrutura organizacional de agência reguladora para o setor nuclear brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense. Escola de Engenharia, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/4284>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

IAEA. **Nuclear Country Profiles – Brazil.** 2022. Disponível em: <https://www->

pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2022/countryprofiles/Brazil/Brazil.htm. Acesso em: 20 jan. 2023.

_____. **Country Nuclear Power Profiles 2022**. Edition - United Kingdom. 2022. Disponível em: <https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/UnitedKingdom/UnitedKingdom.htm#Footnote37>. Acesso em: 11 dez. 2022.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos (IBAMA). **Organograma**. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/composicao/organograma>. Acesso em: 19 abr. 2023.

_____. **Sobre o IBAMA**. 2023b. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/cif/186-acesso-a-informacao/institucional/>. Acesso em: 19 abr. 2023.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL (INB). **INB passa a ser controlada pela ENBPar**. 2022. Disponível em: <https://www.inb.gov.br/pt-br/Detalhe/Conteudo/inb-passa-a-ser-controlada-pela-enbpar/Origem/593>. Acesso em: 29 de mar. 2023.

_____. **Quem somos**. 2023a. Disponível em: <http://www.inb.gov.br/A-INB/Quem-somos>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

_____. **Linha do tempo**. 2023b. Disponível em: <http://memoria.inb.gov.br/Nossa-Historia/Linha-do-Tempo>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Estrutura Organizacional**. 2023c. Disponível em: <http://www.inb.gov.br/A-INB/Quem-somos/Estrutura-Organizacional>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Competências**. 2023d. Disponível em: <http://www.inb.gov.br/Acesso-a-Informacao/Competencias>. Acesso em: 23 jan. 2023.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY ASSOCIATION (IAEA). Energy Policy Act of 2005 (Energy Bill). 2021. Disponível em: <https://www.iaea.org/policies/1492-energy-policy-act-of-2005-energy-bill>. Acesso em: 30 mar. 2023.

_____. Nuclear Country Profiles - United Kingdom. 2022. Disponível em: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2022/countryprofiles/UnitedKingdom/UnitedKingdom.htm>. Acesso em: 30 mar. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN). **Organização do IPEN**. 2023a. Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=6. Acesso em 30 jan. 2023.

_____. **Estrutura organizacional do IPEN**. 2023b. Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=11. Acesso em: 30 jan. 2023.

KELLEY, James F. **A list of bilateral civilian nuclear co-operation agreements**. University of Calgary, 2009. Disponível em: https://prism.ucalgary.ca/bitstream/handle/1880/47373/Treaty_List_Volume_02.pdf?sequence=8. Acesso em: 19 jan. 2023.

KURAMOTO, Renato Yoichi Ribeiro; APPOLONI, Carlos Roberto. **Uma breve história da política nuclear brasileira**. Caderno brasileiro de ensino de física, v.19., n.3: p.379-392. Universidade Estadual de Londrina. 2002. Disponível em: <https://iusgentium.ufsc.br/wp->

[content/uploads/2018/08/1- Obrigat%C3%B3rio.pdf-Breve-Hist%C3%B3ria-da-Pol%C3%ADtica-Nuclear- Brasileira.pdf](#). Acesso em: 9 de jan. 2023.

LE PRIoux, B., SANTOS, E. M. dos. **A energia nuclear como instrumento de inserção internacional do Brasil: uma análise introdutória a partir da teoria poli-heurística de tomada de decisão**. Carta Internacional, 6(1), 39–52. 2011. Recuperado de <https://cartainternacional.abri.org.br/Carta/article/view/23>

LEmos, Paulo Campos (2008). **Bomba não: um programa nuclear conjunto Brasil-Argentina**. Revista Insight-Inteligência, n. 40, p. 87-108.

MAGNOTTA, Fernanda. **O Brasil e a não proliferação nuclear – da oposição à adesão**. Resenha do livro de Carlo Patti “*Brazil in the Global Nuclear Order, 1945-2018*”. Ano 1, nº 3, jul.-set. 2022. Disponível em: <https://cebri.org/revista/br/artigo/49/o-brasil-e-a-nao-proliferao-nuclear-da-oposicao-a-adesao>. Acesso em: 19 abr. 2023.

MARINHA DO BRASIL. **Programas Estratégicos**. 2023a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programas-estrategicos>. Acesso em: 17 abr. 2023.

_____. **Programa Nuclear da Marinha**. 2023b. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ctmsp/programa-nuclear-da-marinha>. Acesso em: 17 abr. 2023.

_____. **Estrutura Organizacional**. 2023c. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/estrutura-organizacional>. Acesso em: 17 abr. 2023.

MELO, A. **Rejeitos Radioativos no Direito Brasileiro: uma abordagem sob a perspectiva da Lei nº 10.308/2001 e da Convenção Conjunta sobre o Gerenciamento Seguro do Combustível Irrradiado e dos Rejeitos Radioativos**. Monografia (Especialização em Direito Ambiental Nacional e Internacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/129562/000975593.pdf?squence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jan. 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Estrutura Organizacional**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/estrutura-organizacional>. Acesso em: 17 de abr. 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Tratados e Regimes com Reflexos para a Defesa**. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/foruns-internacionais-1/tratados-e-regimes>. Acesso em: 19 abr. 2023.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Relatório do Plano Plurianual 2012-2015**. Brasília, DF. 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **INB passa a ser controlada pela ENBPar**. 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/inb-passa-a-ser-controlada-pela-enbpar#:~:text=Foi%20publicado%20o%20Decreto%2011.235,do%20Brasil%20S.A.%20\(INB\)](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/inb-passa-a-ser-controlada-pela-enbpar#:~:text=Foi%20publicado%20o%20Decreto%2011.235,do%20Brasil%20S.A.%20(INB)). Acesso em: 23 jan. 2023.

MIRANDA, M. **A Notificação e a Responsabilidade Civil (Limitada) nos Acidentes Nucleares no Brasil: a Problemática de um Sistema**. Goiânia, 2011. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/3608/2/MURILO%20MIRANDA.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

MOURA, C. L. R. R. **O Brasil e o Fortalecimento do Sistema de Salvaguardas da Agência Internacional de Energia Atômica: do Acordo Quadripartite ao Protocolo Adicional**. jun. 2019. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21501419>. Acesso em: 19 jan. 2023.

MURAYAMA, Caio Cesar Salgado. **Perspectivas para a Energia Nuclear no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia, Universidade Mackenzie. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29191>. Acesso em: 19 jan. 2023.

NRC. **United States Nuclear Regulatory Commision. Governing Legislation**. 2022. Disponível em: <https://www.nrc.gov/about-nrc/governing-laws.html#atomic>. Acesso em: 13 dez. 2022.

NUCLEP. **Nossa História**. 2023a. Disponível em: <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/institucional/sobre-a-nuclep#:~:text=Vinculada%20ao%20Minist%C3%A9rio%20de%20Minas,equipamentos%20de%20reposi%C3%A7%C3%A3o%20das%20usinas>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Sobre a Nuclep**. 2023b. Disponível em: <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/institucional/sobre-a-nuclep>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Estrutura organizacional**. 2023c. Disponível em: <https://www.nuclep.gov.br/pt-br/institucional/estrutura-organizacional/organograma-geral/organograma>. Acesso em: 23 jan. 2023.

_____. **Estatuto Social**. 2023d. Disponível em: http://www.inb.gov.br/Portals/0/Documentos/ATA_42_AGE.pdf?ver=2022-05-17-090741-783. Acesso em: 23 jan. 2023.

PATTI, Carlo. O programa nuclear brasileiro: uma história oral. 2014.

PEREIRA, L. **Vitória na derrota: Álvaro Alberto e as origens da política nuclear brasileira**. 2013. 152 f. Dissertação (Mestrado em História, Política e Bens Culturais) – Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

RIBEIRO, R.; CARLOS, K.; APPOLONI, R. **Uma breve história da política nuclear brasileira**. *Brás. Ens. Fís.*, v. 19, p. 379–392, dez. 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA NUCLEAR (SBMN). **A Sociedade**. 2023a. Disponível em: <https://sbmn.org.br/sobre-a-sbmn/quem-somos/a-sociedade/>. Acesso em: 30 de jan. 2023.

_____. **Histórico**. 2023b. Disponível em: <https://sbmn.org.br/sobre-a-sbmn/quem-somos/historico/>. Acesso em: 30 de jan. 2023.

SAINATI, T; BROOKES, N.J.; LOCATELLI, G. Special Purpose Entities in Megaprojects: empty boxes or real companies? *Project Management Journal*, 48 (2). Pp. 55-73. ISSN 8756-8728. 2017. Disponível em: <https://eprints.whiterose.ac.uk/105272/1/PMJ%202014%20paper%20R03%20V59.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.

SANTOS, T.L. **Nos bastidores da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear: disputas políticas e interesses econômicos**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:

<https://www.bdttd.uerj.br:8443/bitstream/1/13084/1/Tatiane%20Dissertacao.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2023.

SISTEMA INTEGRADO DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (SIOP). 2022a. Disponível em: <https://www.siop.planejamento.gov.br/modulo/login/index.html#/>. Acesso em: 19 jan. 2023.

_____. Cadastro de Ações/SIOP. 2022b. Disponível em: <https://www1.siop.planejamento.gov.br/acessopublico/?pp=acessopublico&ex=0&fp=inicio>. Acesso em: 19 jan. 2023.

SOUZA, Fabiano Farias de; **Acordo Nuclear Brasil-Alemanha Federal de 1975: a questão nuclear na estratégia de valorização internacional brasileira no contexto do Pragmatismo Responsável do governo Geisel**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em História) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.bdttd.uerj.br:8443/handle/1/13159#preview-link0>. Acesso em: 19 abr. 2023.

UNITED KINGDOM GOVERNMENT (UK GOV). **Nuclear Liabilities Financing Assurance Board (NLFAB) - About Us**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/organisations/nuclear-liabilities-financing-board/about>. Acesso em: 30 mar. 2023.

VIGEVANI, Tullo; CEPALUNI, Gabriel. **A política externa de Lula da Silva: a estratégia da autonomia pela diversificação**. Contexto Internacional, v. 29, n. 2, jul-dez 2007, p. 273-335. 2007.

10 Apêndice A – Os Principais Atores do setor nuclear nacional

O objetivo central desta seção é mapear e analisar as principais instituições e agentes do setor nuclear brasileiro com suas respectivas atribuições e estruturas organizacionais. O segmento nacional especializado em tecnologias nucleares abrange toda a cadeia de valor nuclear, desde a extração até a geração. Laboratórios, comissões, centros de pesquisa e instituições educacionais completam a cadeia produtiva exercendo funções regulatórias e normativas, bem como inspeção, pesquisa e desenvolvimento.

10.1 O Ministério de Minas e Energia (MME)

O Ministério de Minas e Energia (MME) foi criado no Brasil em 1960, por meio do Decreto nº 48.151, de 3 de abril daquele ano. Na época, o país passava por um período de grande crescimento econômico e industrialização, que demandava cada vez mais energia elétrica e combustíveis para abastecer o mercado interno.

Antes da criação do MME, a exploração de recursos minerais e energéticos era de responsabilidade do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), respectivamente. Com a criação do Ministério de Minas e Energia, o governo federal unificou essas duas áreas em uma única pasta, com o objetivo de coordenar de forma mais eficiente as políticas públicas relacionadas a esses setores estratégicos para o país.

Desde sua criação, o MME tem sido responsável por formular e implementar políticas públicas para a exploração, produção e transformação de recursos minerais e energéticos, além de garantir a segurança energética do país e fomentar a inovação tecnológica nesses setores.

As finalidades institucionais do MME foram definidas pela Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e em outras legislações específicas que regulamentam suas competências. As principais finalidades do MME são:

- i. Formular e implementar políticas públicas para o setor de mineração e energia elétrica, visando promover o desenvolvimento sustentável desses setores e garantir a segurança energética do país;
- ii. Fomentar a pesquisa e a inovação tecnológica na área de mineração e energia, visando aumentar a eficiência energética, reduzir o impacto ambiental das atividades desses setores e desenvolver novas fontes de energia limpa;
- iii. Coordenar a gestão dos recursos minerais e energéticos do país, visando assegurar o aproveitamento racional desses recursos e promover a competitividade da indústria brasileira;
- iv. Regulamentar e fiscalizar as atividades de exploração, produção, transformação e comercialização de recursos minerais e energéticos, visando garantir a segurança operacional, a proteção ambiental e a saúde pública;
- v. Promover a integração energética com outros países da América Latina e do Caribe, visando ampliar a oferta de energia elétrica e gás natural e fortalecer a cooperação regional;
- vi. Representar o Brasil em fóruns internacionais relacionados a mineração e energia, visando participar das discussões e decisões que afetam o setor em âmbito global.

O MME é organizado de acordo com a estrutura básica definida mais recentemente pelo Decreto nº 11.350, de 02 de dezembro de 2022. A estrutura organizacional do MME é composta pelos seguintes órgãos:

- i. **Gabinete do Ministro:** é responsável por prestar assistência direta e imediata ao Ministro de Minas e Energia nas suas atribuições;
- ii. **Secretaria-Executiva:** é responsável por assistir o Ministro na formulação, coordenação, supervisão e avaliação das políticas, planos, programas e projetos relacionados à mineração, energia elétrica, petróleo, gás natural e combustíveis renováveis, bem como na administração do Ministério;
- iii. **Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral:** é responsável por formular, coordenar e supervisionar as políticas e diretrizes relacionadas à geologia, mineração e transformação mineral;
- iv. **Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis:** é responsável por formular, coordenar e supervisionar as políticas e diretrizes relacionadas ao petróleo, gás natural e biocombustíveis;
- v. **Secretaria de Energia Elétrica:** é responsável por formular, coordenar e supervisionar as políticas e diretrizes relacionadas à energia elétrica;
- vi. **Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético:** é responsável por formular, coordenar e supervisionar as políticas e diretrizes relacionadas ao planejamento e desenvolvimento energético;
- vii. **Secretaria de Transição Energética:** é responsável pela transição para uma economia de baixo carbono e pela integração de fontes renováveis de energia à matriz energética do país. Seu principal objetivo é promover o desenvolvimento energético sustentável no Brasil, reduzindo a dependência de fontes não renováveis de energia e mitigando os impactos das mudanças climáticas.

O MME é responsável por formular e coordenar as políticas e diretrizes relacionadas à energia nuclear no Brasil. Nesse sentido, o MME atua de diversas formas em relação ao segmento de energia nuclear. Algumas das principais formas de atuação são:

- i. **Regulamentação:** o MME é responsável por regulamentar as atividades nucleares no Brasil, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Isso inclui a elaboração de normas e regulamentos técnicos para as atividades nucleares, bem como a emissão de licenças e autorizações para a realização dessas atividades.
- ii. **Planejamento e coordenação:** o MME é responsável por coordenar o planejamento e a implantação de projetos na área nuclear. Isso inclui a definição de metas e objetivos para o setor, a coordenação de estudos de viabilidade e a elaboração de planos estratégicos para o desenvolvimento do setor.
- iii. **Fomento à pesquisa e desenvolvimento:** o MME promove e financia pesquisas e projetos de desenvolvimento na área nuclear. Isso inclui a concessão de recursos para a realização de estudos e projetos de pesquisa, bem como o incentivo à participação de empresas e instituições de pesquisa na realização desses projetos.
- iv. **Relações internacionais:** o MME mantém relações com organizações e países estrangeiros na área nuclear. Isso inclui a participação em acordos internacionais de cooperação nuclear, a negociação de contratos de fornecimento de equipamentos e materiais nucleares, e a troca de informações e conhecimentos com outros países.
- v. **Segurança nuclear:** o MME é responsável por garantir a segurança nuclear no país. Isso inclui a elaboração de normas e regulamentos para a segurança nuclear, a realização de inspeções em instalações nucleares, e a coordenação das atividades de emergência em caso de acidentes nucleares.

10.2 Ministério da Ciência, Inovação e Tecnologia (MCTI)

Criado em 1985 por meio do Decreto Nº 91.146/1985, o MCTI surgiu considerando o impacto dos avanços científicos e tecnológicos sobre a sociedade e tendo em vista que o conjunto de

órgãos e instituições de pesquisa e fomento no Brasil estavam, até então, dispostos de modo descentralizado e desarticulado (FONTE DECRETO). Suas competências, atualmente descritas pelo Decreto Nº 11.334/2023, são (FONTE DECRETO):

- i. Políticas nacionais de ciência, tecnologia e inovação, incluindo a Política Nacional de Ciência e Tecnologia, e sua devida articulação com as demais esferas governamentais;
- ii. planejamento, coordenação, supervisão, monitoramento e avaliação das atividades de ciência, tecnologia e inovação;
- iii. políticas digitais e de automação;
- iv. política nacional de biossegurança;
- v. política espacial;
- vi. política nuclear;
- vii. controle da exportação de produtos sensíveis;

A estrutura organizacional da pasta divide-se em três tipos de órgãos (MCTI, 2023). Os de assistência direta e imediata ao Ministro incluem: Gabinete, Assessoria Especial de Controle Interno, Ouvidoria, Corregedoria, Assessoria Especial de Assuntos Internacionais, Assessoria de Participação Social e Diversidade, Assessoria Especial de Assuntos Parlamentares e Federativos, Assessoria Especial de Comunicação Social, Secretaria Executiva e Consultoria Jurídica. Já os órgãos específicos singulares são divididos em quatro:

- i. Secretaria de Políticas e Programas Estratégicos;
- ii. Secretaria de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Social;
- iii. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Informação;
- iv. Secretaria de Ciência e Tecnologia para Transformação Social;

A Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Informação, em especial, possui as competências de “propor, coordenar e acompanhar as medidas necessárias à implementação de políticas para a incorporação de tecnologias que potencializem os setores espacial, nuclear e de defesa” (FONTE DECRETO JANEIRO).

Há, ainda, dezoito unidades de pesquisa vinculadas ao MCTI e cinco órgãos colegiados formados por comissões especializadas. Duas autarquias são subordinadas à pasta, incluindo a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Por último, o MCTI é responsável por duas empresas públicas - a Financiadora de Projetos e Estudos (Finep) e o Centro Nacional de Tecnologia Avançada S.A (Ceitec) - e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

10.3 A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

Autarquia vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a CNEN é a comissão designada para desenvolver a política de energia nuclear brasileira. Desmembrada do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 1956 (BARBOSA, 2009), foi estruturada pela Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. Possui função reguladora, licenciadora e fiscalizadora da produção de energia nuclear no país, além de estabelecer normas e regulamentos em radioproteção, investe em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias nucleares para fins pacíficos (CNEN, 2022a).

Suas finalidades institucionais são (CNEN, 2022b):

- i. Colaborar na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear;
- ii. Executar ações de pesquisa, desenvolvimento, promoção e prestação de serviços na área de tecnologia nuclear e suas aplicações para fins pacíficos, conforme disposto na Lei nº 7.781, de 27 de junho de 1989; e
- iii. Regular, licenciar, autorizar, controlar e fiscalizar essa utilização.

Possui sede no Rio de Janeiro e quinze unidades que incluem laboratórios, institutos de pesquisa e escritórios regionais. Divide-se em uma Diretoria de Gestão Institucional e em duas outras grandes áreas: 1) Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) e 2) de Radioproteção e Segurança Nuclear. A Diretoria de Gestão Institucional, por sua vez, possui quatro áreas: i) Coordenação-Geral de Administração e Logística; ii) Coordenação-Geral de Recursos Humanos; iii) Coordenação-Geral de Tecnologia da Informação e; iv) Coordenação de Gestão Administrativa.

Em Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) encontram-se vinculados os institutos de pesquisa e centros de desenvolvimento de tecnologias. São subordinados à DPD:

- i. Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN);
- ii. Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN/NE);
- iii. Instituto de Engenharia Nuclear (IEN);
- iv. Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD); e
- v. Instituto de Pesquisa em Energia Nuclear (IPEN).

A estrutura organizacional da DPD é disposta na forma de cinco coordenações: i) Coordenação-Geral de Aplicações das Radiações Ionizantes; ii) Coordenação-Geral de Ciência e Técnicas Nucleares; iii) Coordenação do Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste; iv) Coordenação de Laboratório de Poços de Caldas; e v) Coordenação do Laboratório de Fusão.

A Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear (DRS), por sua vez, controla:

- i. Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC);
- ii. Dois escritórios de representação em Brasília (ESBRA) e Porto Alegre (ESPOA); e
- iii. Quatro postos distritais em Angra dos Reis (DIANG), Caetité (DICA), Fortaleza (DIFOR) e Resende (DIRE).

Assim como a DPD, a DRS também possui cinco coordenações: i) Licenciamento de Reatores e do Ciclo do Combustível Nuclear; ii) Instalações Médicas e Industriais; iii) Controle de matérias-primas e minerais; iv) Controle de rejeitos e de transporte de materiais radioativos e nucleares; e v) Salvaguardas e proteção física.

10.4 IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Autarquia federal gerida pelo CNEN e pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo (SDE), localizada no campus da Universidade de São Paulo (USP). Atua em setores associados às aplicações de tecnologias nucleares, como radiação e radioisótopos, reatores nucleares, radioproteção e dosimetria e em ciclo de combustível nuclear (IPEN, 2023a).

O instituto possui onze centros de pesquisa em: Biotecnologia, Células a Combustível e Hidrogênio, Ciência e Tecnologia de Materiais, Combustível Nuclear, Engenharia Nuclear, Metrologia das Radiações, Lasers e Aplicações, Química e Meio-Ambiente, Radiofarmácia, Reator de Pesquisas e Tecnologia das Radiações (IPEN, 2023b). Sua estrutura organizacional é disposta em:

- i. Conselho Superior;
- ii. Diretoria / Superintendência (DIPEN), responsável pelos Centros de Pesquisa, pela Assessoria e Comunicação Institucional e pela Divisão de Infraestrutura; e
- iii. Conselho Técnico-Administrativo, às quais são subordinadas a Coordenações de Planejamento e Gestão, Produtos e Serviços, Administração e Infraestrutura, Segurança Nuclear, Radiológica e Física e Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino.

10.5 CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura

Formado em 1966 por docentes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da USP, o CENA é um instituto especializado em aplicações nucleares na agricultura. Por meio da formação de recursos humanos e pesquisa difunde conhecimento científico e tecnológico e promove a melhoria da produção e oferta de alimentos de qualidade. Possui três linhas de pesquisa: Produtividade Agroindustrial e de Alimentos, Desenvolvimento de Técnicas Analíticas e Ecologia de Agrossistemas. Entre os temas abordados nas suas linhas de pesquisa encontram-se trabalhos com radioisótopos e radiação (CENA, 2023).

O instituto possui três divisões científicas e quatro seções, além de uma divisão administrativa e uma divisão acadêmica (CENA, 2015). A estrutura organizacional é disposta em:

- i. Conselho Deliberativo;
- ii. Diretoria;
- iii. Divisões: Acadêmica, Administrativa, de Produtividade Agroindustrial e Alimentos, de Funcionamento de EcossistemasTropicais, de Desenvolvimento de Métodos e Técnicas Analíticas e Nucleares. Cada divisão é responsável por seu grupo de laboratórios correspondente; e
- iv. Seções Técnicas: de Contabilidade, de Informática, de Biblioteca, Central Analítica, de Proteção Radiológica e de Gerenciamento e Tratamento de Resíduos.

10.6 Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN)

Associação fundada em 1961 com o objetivo de promover a medicina nuclear no Brasil. É formada por médicos especialistas, tecnólogos, biólogos, físicos e químicos. Além da promoção, possui como missão a coordenação, apoio, regulamentação, estímulo, aperfeiçoamento e divulgação da Medicina Nuclear e de suas pesquisas e tecnologias correlatas (SBMN, 2023a).

A SBMN é organizada por uma Diretoria que dispõe de:

- i. Presidente e Vice-Presidente
- ii. Primeiro e Segundo Secretário
- iii. Primeiro e Segundo Tesoureiro
- iv. Diretor Científico
- v. Diretor de Ética e Defesa Profissional

Atualmente, a associação conta com cerca de 500 sócios. A SBMN possui termo de cooperação com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e possui centros formadores com objetivo de discutir possíveis melhorias dos núcleos de medicina nuclear de todo o país (SBMN, 2023b).

10.7 Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN)

Ainda em processo de formação, a ANSN foi criada por meio da Lei n.º

14.222 de 2021 como resultado de esforços visando modernizar a legislação nuclear brasileira, por meio da separação das competências regulatórias das de promoção e fomento da CNEN (BRASIL, 2021b).

Em julho de 2022, foi aprovado o Decreto n.º 11.142 que aprovou a estrutura regimental e o quadro de cargos e funções da ANSN (BRASIL, 2022). Suas competências, segundo o decreto, incluem:

- i. Estabelecer normas e requisitos sobre segurança nuclear, proteção radiológica, segurança física das atividades e instalações nucleares, além de regular, estabelecer e controlar estoques e reservas de minérios nucleares, material nuclear e estoques de materiais férteis e físséis;

- ii. Realizar avaliações de segurança, fiscalizações, expedições, licenças, autorizações e certificações;
- iii. Gerenciar rejeitos radioativos e resíduos sólidos radioativos, bem como especificar os elementos, minérios, instalações e jazidas considerados nucleares;
- iv. Orientar entes públicos e a população sobre segurança nuclear e proteção radiológica, colaborar tecnicamente com planos de emergência, instaurar processos administrativos, julgar e aplicar sanções, zelar pelo cumprimento de acordos internacionais de salvaguarda;
- v. Opinar, sob solicitação, acerca de projetos de leis, acordos, tratados, convênios, e compromissos internacionais associados ao uso de tecnologias nucleares; e
- vi. Monitorar emissões radioativas e manter cadastro de histórico de doses de radiação dos indivíduos cuja ocupação os deixem expostos.

A estrutura organizacional determinada para a ANSN incluirá:

- i. **Diretor-presidente:** contará com um Gabinete composto pela Coordenação de Ouvidoria e Corregedoria, além de duas Coordenações-Gerais (de Assuntos Internacionais e de Relações Institucionais);
- ii. **Diretoria de Instalações Nucleares e Salvaguardas:** responsável pelas atividades de licenciamento e fiscalização de instalações nucleares, fiscalização e controle de instalações, segurança e emergências nucleares, salvaguardas, controle de materiais, certificações associadas à área e pesquisa regulatória;
- iii. **Diretoria de Instalações Radioativas e Controle:** gerencia as atividades de fiscalização e licenciamento de instalações radioativas e depósitos radioativos, segurança radiológica, fiscalização e controle dos rejeitos radioativos, proteção física e radiológica, controle de materiais radioativos e de minérios e materiais de interesse nuclear, certificações associadas à área, controle do transporte de materiais radioativos e pesquisa regulatória;
- iv. **Diretoria Colegiada:** propõe medidas associadas à orientação da Política Nuclear Brasileira; delibera sobre diretrizes, planos programas da ANSN; aprova normas, regulamentos, o relatório anual e a proposta orçamentária da ANSN; elabora e divulga relatórios sobre atividades; conduz trabalhos destinados à elaboração de propostas, acordos, convênios, tratados ou compromissos internacionais no âmbito de energia nuclear; estabelece normas sobre arrecadação, receita e opina sobre concessão de patentes e licenças; determina a aplicação de sanções administrativas, bem como encerramento e descomissionamento de instalações nucleares e radiológicas;
- v. **Instituto de Radioproteção e Dosimetria:** realiza atividades de pesquisa regulatória para proteção radiológica, dosimetria e metrologia de radiações ionizantes, além de dar suporte à fiscalização em instalações, disseminar padrões nacionais de medição para radiações ionizantes, promover formação especializada para o setor nuclear, prestar suporte técnico e científico no licenciamento de instalações nucleares e radioativas além de certificar serviços técnicos especializados; e
- vi. **Laboratório de Poços de Caldas:** desenvolve trabalhos de assessoramento e cooperação na avaliação de segurança nuclear e radiológica, presta suporte técnico e científico para licenciamento de instalações nucleares e radioativas, representa regionalmente a ANSN, participa do sistema de atendimento a emergências radiológicas, desenvolve projetos de inovação e presta serviços técnicos especializados.

10.8 Comitê de Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro (CDPNB):

Recriado pelo Decreto nº 9.828/2019, o CDPNB é um órgão de assessoramento ao Presidente da República com o objetivo de estabelecer diretrizes e metas para a formulação do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). Trata-se de um órgão colegiado do Gabinete de Segurança Institucional (GSI) da Presidência da República.

Em relação à sua estrutura, o comitê é coordenado pelo Chefe do GSI e, quando recriado, contemplou ainda onze Ministros de Estado, das áreas de: Defesa; Relações Exteriores; Economia; Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Educação; Saúde; Minas e Energia; Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações; Meio Ambiente; e o Chefe da Casa Civil da Presidência da República. Pela lei, cada membro é responsável também por designar um suplente, que pode substituí-lo em casos de necessidade. O Comitê delibera por

maioria simples em suas reuniões e as realiza uma vez a cada semestre. O CDPNB pode, ainda, instituir Grupos Técnicos (GT's) para assessoramento em temas relevantes, os quais terão caráter temporário (BRASIL, 2019a).

No mesmo ano de publicação do Decreto nº 9.828/2019, o Chefe do GSI publicou a Resolução nº 15, de 27 de setembro de 2019. Nela, foi anunciada a criação de um grupo técnico com o propósito de dinamizar a área regulatória para o desenvolvimento do setor nuclear brasileiro, como resultado de Reunião Plenária do CDPNB. O GT durou cento e oitenta dias e foi composto por quatro ministros e institutos de pesquisa, centros tecnológicos, agências públicas e empresas do segmento. O produto final do grupo foi a elaboração de um relatório propondo diretrizes e metas que viabilizassem a dinamização regulatória para o setor nuclear brasileiro (BRASIL, 2019e).

O CDPNB instituiu ainda, em 2022, um GT para discussão da escolha de novos sítios nucleares e um outro voltado sobre radioisótopos para pesquisa e usos médicos. O primeiro, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, teve duração de cento e oitenta dias. Já o segundo foi coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e teve a mesma duração (BRASIL, 2022c).

10.9 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)

O Ibama é uma autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia criada através da Lei nº 7.735/1989. O artigo 5º da Lei nº 11.516/2007 estabelece como finalidades da instituição:

- i. Exercer poderes de política ambiental;
- ii. executar ações de políticas de meio ambiente em âmbito federal no que diz respeito a licenciamentos, controle de qualidade ambiental e autorização do uso de recursos naturais;
- iii. executar ações supletivas de competência da União de conformidade com a legislação ambiental;

A Lei Complementar nº 140/2011 estabelece como atribuição do Ibama a promoção de licenciamento 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) (BRASIL, 2011)

Desse modo, a estrutura organizacional da instituição incorpora suas atribuições na área nuclear. A autarquia conta com uma Presidência, uma Procuradoria Federal Especializada e uma seção de Auditoria, Corregedoria e Ouvidoria. Há cinco diretorias: de Planejamento,

Administração e Logística (Diplan); de de Qualidade Ambiental (Diqua); de Licenciamento Ambiental (Dilic); de Proteção Ambiental (Dipro); e de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas (DBFlo) (IBAMA, 2023a)

A Dilic, especificamente, possui uma Coordenação-Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Fluviais Terrestres (CGTef) que abrange quatro outras coordenações, incluindo a de Licenciamento Ambiental de Energia Nuclear, Térmica, Eólica e de Outras Fontes Alternativas (Cenef). Por último, o Ibama conta ainda com Superintendências estaduais e com dois Centros Nacionais, o do Processo Sancionador Ambiental (Cenpsa) e o de Monitoramento e Informações Ambientais (Cenima).

Para obtenção do licenciamento com o Ibama, o agente interessado em implantar instalações nucleares deve enviar para análise uma ampla documentação, que inclui um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (CITAR FONTE INB). É preciso também enviar declaração da CNEN com definição do enquadramento do empreendimento segundo os critérios da instituição.

10.10 Associação Brasileira para Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN)

Entidade sem fins lucrativos criada em 1987 para promoção e divulgação do desenvolvimento da tecnologia nuclear, colaborando para a sua aceitação pública, intensificando o intercâmbio científico com entidades similares e prestando assistência às empresas associadas (ABDAN, 2022a). A associação também contribui com suporte para o Programa Nuclear Brasileiro. Possui 31 associados de companhias que atuam no setor nuclear brasileiro em áreas como de bens de capital, de construção e montagem, do setor de consultoria e engenharia, de operação de usinas e de unidades fabris de sistemas e equipamentos.

A ABDAN é associada ao World Nuclear Association e ao Sindicato Nacional das Indústrias de Materiais de Defesa (SIMDE), além de possuir parceria com a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), com Associação Francesa de Indústria Nuclear (Gifen), com o Instituto de Energia Nuclear (NEI) e com o World Energy Council (ABDAN, 2022a).

A estrutura organizacional da ABDAN é composta por uma Estrutura Executiva, uma Assembleia Geral, um Conselho de Administração, um Conselho Fiscal e um Conselho Curador.

- i. Estrutura Executiva: contempla a presidência e quatro vice-presidentes, além da gerência de Administração e Finanças e duas coordenações, uma de Marketing e Comunicação e outra de Relações Institucionais;
- ii. Assembleia Geral: composta pelas companhias associadas;
- iii. Conselho de Administração: presidido pela INB e composta por presidentes e executivos de empresas do setor nuclear associadas à ABDAN, além de possuir nove membros;
- iv. Conselho Fiscal: composto por representantes da Amazul e da INB;
- v. Conselho Curador: inclui um presidente, dois vice-presidentes e outros dezessete membros de institutos e grupos de pesquisa, associações nucleares, empresas do setor médico e nuclear, órgãos ministeriais e diplomáticos e a Marinha.

10.11 ABEN - Associação Brasileira de Energia Nuclear

Instituição fundada em 1982 e reúne técnicos e pesquisadores do setor nuclear no Brasil. Tem por atribuição a promoção e divulgação das aplicações pacíficas de tecnologias nucleares em áreas como “o setor energético, a medicina, a agricultura, o meio-ambiente, a indústria, a preservação de bens culturais e a propulsão naval e espacial” (ABEN, 2023).

Os cargos de gestão da associação são ocupados por sócios membros ou ex-membros de importantes companhias, associações e institutos de formação e pesquisa do setor nuclear. A estrutura organizacional é disposta na forma de:

- i. Assembleia Geral, órgão de deliberação superior;
- ii. Conselho Fiscal, órgão fiscalizador; e
- iii. Diretoria, que inclui Presidente e Vice-Presidente, responsável pela execução e direcionamento;

10.12 Indústrias Nucleares do Brasil (INB)

Empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, responsável pelo monopólio, em nome da União, da produção e comercialização de materiais nucleares, além de atuar no processo de produção de combustíveis nucleares (INB, 2023a). Fundada em 1988 como sucessora da Nuclebrás, concentra todo o ciclo de produção de combustível nuclear da mineração até a entrega. Em 1994 incorporou a Nuclei, a Nuclemon e a Urânio Brasil, antes controladas da Nuclebrás. Em 1999, a empresa atingiu independência tecnológica (INB, 2023b).

O decreto n.º 11.235 de 13 de outubro de 2022 determinou que o controle acionário da INB seria transferido para a Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional S.A. (ENBPar). Desse modo, a empresa tornou-se estatal, deixando de receber recursos do Tesouro Nacional. A companhia, contudo, havia atingido autossuficiência financeira (Ministério de Minas e Energia, 2022).

A produção do combustível nuclear pela INB divide-se em quatro atividades:

- i. Prospecção e pesquisa, para procura de depósitos de urânio e definição do modelo geológico, reservas lavráveis e método de mineração;
- ii. Lavra e beneficiamento, para obtenção do concentrado de urânio (yellowcake) a partir da extração da rocha com urânio e da separação de seus demais componentes;
- iii. Enriquecimento de urânio, realizado em Resende (RJ);
- iv. Produção de pó e pastilhas, que serão o componente do combustível nuclear; e
- v. Montagem, na qual o combustível nuclear é produzido.

Possui uma unidade-sede no Rio de Janeiro e outras seis unidades: a Usina Interlagos (em São Paulo); a de Concentrado de Urânio (em Caetité); a de Tratamento de Minérios (em Caldas); a de Materiais Pesados (em Buena); o Consórcio Santa Quitéria (em Santa Quitéria) e a Fábrica de Combustível Nuclear (em Resende).

A estrutura organizacional da INB compõe, além da Presidência e de um Conselho de Administração, quatro Diretorias Executivas (INB, 2023c), sendo elas:

- i. Diretoria de Finanças e Administração;
- ii. Diretoria de Produção do Combustível Nuclear;
- iii. Diretoria de Recursos Minerais; e
- iv. Diretoria Técnica de Enriquecimento Isotópico.

Há ainda um Conselho Fiscal, um Comitê de Auditoria Estatutário, uma Gerência de Auditoria e Controle Interno e uma Ouvidoria.

10.13 Marinha do Brasil

Ramo mais antigo das Forças Armadas Brasileiras, a Marinha do Brasil elabora um Planejamento Estratégico da Marinha (PEM) no qual organiza suas necessidades em prol do fortalecimento da Força Naval brasileira e de contribuições para a defesa do país e dos interesses nacionais. o PEM inclui sete programas estratégicos (Marinha do Brasil, 2023a):

- i. Pessoal: voltado para o aperfeiçoamento da gestão de pessoal, possui eixos de Modernização da Gestão do Pessoal, Aprimoramento da Capacitação, Saúde Integrada, Família Naval e Programa Olímpico da Marinha (PROLIM).
- ii. Programa Nuclear da Marinha (PNM): executado desde 1979, tem como objetivo o domínio do ciclo de combustível nuclear e o desenvolvimento de uma planta nuclear de energia elétrica.
- iii. Modernização do Poder Naval: inclui subprogramas como o Programa de Submarinos (PROSUB), o Programa Fragatas Classe Tamandaré (PFCT), o Programa de Obtenção de Meios Hidroceanográficos (PROHIDRO) e os subprogramas relacionados à manutenção e consolidação do poder de combate do CFN, como o PROADSUMUS.
- iv. Obtenção da Capacidade Operacional Plena (OCOP): tem como objetivo a manutenção ou modernização de instalações e meios existentes, incluindo a manutenção de dotações de sobressalentes, armas e munições.
- v. Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz): contribui para a segurança da Amazônia Azul por meio do monitoramento e proteção, das áreas marítimas de interesse e as águas interiores, seus recursos vivos e não vivos, seus portos, embarcações e infraestruturas, em face de ameaças, emergências, desastres ambientais, hostilidades ou ilegalidade.
- vi. Ampliação da Capacidade de Apoio Logístico para os Meios Operativos: visa o estabelecimento de um complexo naval de uso múltiplo nas proximidades da foz do Rio Amazonas.
- vii. Mentalidade Marítima: promove ações de conscientização da sociedade a respeito da centralidade do mar na formação e realização plena do Brasil, da promoção de um pensamento estratégico marítimo autóctone e do estímulo de um senso de pertencimento entre aqueles que trabalham no mar.

No que diz respeito ao PNM, há dois projetos principais em conformidade com os objetivos estratégicos do programa. O primeiro é o Ciclo do Combustível Nuclear, voltado para o domínio da tecnologia de produção de combustível. O segundo é o Laboratório de Geração Nucleo-Elétrica, que visa o projeto, construção, comissionamento, operação e manutenção de reatores nucleares do tipo PWR (Pressurized Water Reactor). Inclui o protótipo de reator para o Submarino de Propulsão Nuclear. O submarino em desenvolvimento dispensa o oxigênio necessário para a queima de diesel e confere maior autonomia à embarcação, uma vez que não será forçada a emergir periodicamente. Por meio desses projetos, a Marinha contribui com o Programa Nuclear Brasileiro, articulando-se com as Indústrias Nucleares do Brasil (Marinha do Brasil, 2023b).

A estrutura organizacional da Marinha é complexa, incluindo numerosos comandos que podem incluir dezenas de órgãos subordinados. No que diz respeito aos órgãos de direção setorial, estruturas que respondem diretamente ao Comandante da Marinha — ponto mais elevado da hierarquia da Força —, são feitas as seguintes divisões:

- i. Comando de Operações Navais (ComOpNav)
- ii. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais (CGCFN)
- iii. Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM)
- iv. Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha (DGPM)
- v. Diretoria-Geral de Navegação (DGN)
- vi. Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM)
- vii. Secretaria-Geral da Marinha (SGM)

Entre os subordinados à DGDNTM, encontram-se três grandes centros: o Centro de Projetos de Sistemas Navais (CPSN), o Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ) e o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP). O Centro de São Paulo é o que abrange os órgãos menores responsáveis pelo desenvolvimento e pesquisa em tecnologias nucleares, tais como o Batalhão De Defesa Nuclear, Biológica, Química E Radiológica De Aramar, a Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha e o Centro Industrial Nuclear de Aramar (Marinha do Brasil, 2023c).

10.14 Amazônia Azul Tecnologias de Defesa (Amazul)

Formada em 2013 no Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), a Amazul tem como objetivo o gerenciamento das tecnologias associadas às atividades nucleares da Marinha do Brasil e do Programa Nuclear Brasileiro (Amazul, 2022a). A Lei n.º 12.706 de 8 de agosto de 2012 estabelece para a Amazul as seguintes competências (BRASIL, 2012c):

- i. Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter as tecnologias nucleares associadas às atividades da Marinha do Brasil e do Programa Nuclear Brasileiro, bem como do desenvolvimento de submarinos (PROSUB);
- ii. Colaborar no planejamento e fabricação de submarinos, fomentar e prestar assistência a novas indústrias e pesquisas no setor nuclear, contratando estudos, planos, projetos, obras e serviços; e
- iii. Captar recursos para programas autorizados pelo Comando da Marinha e participação minoritária de empresas privadas e empreendimentos associados à sua atividade chave, firmando também contratos e convênios.

A empresa possui estrutura disposta em dois conselhos, três diretorias e dois comitês (Amazul, 2022b):

- i. Conselho de administração, com representantes do Comando da Marinha, do Ministério da Economia, do Ministério da Defesa, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações dos empregados e da diretoria da Amazul;
- ii. Conselho Fiscal, com representantes do Comando da Marinha, do Tesouro Nacional e do Ministério da Defesa;
- iii. Diretorias divididas entre Diretor-Presidente, Diretor de Administração e Finanças, Diretor de Gestão do Conhecimento e Pessoas e Diretor Técnico, todos membros da Marinha; e
- iv. Comitês de: Pessoas, Elegibilidade, Sucessão e Remuneração; e de Auditoria.

10.15 Força Aérea Brasileira (FAB)

A Força Aérea Brasileira possui competências que abrangem, entre outras, o desenvolvimento tecnológico, industrial e de pesquisa, como disposto no Decreto nº 6.834/09 (FAB, 2023). Tais competências incluem:

- i. A contribuição para a formulação e condução de políticas nacionais que digam respeito à aviação, às atividades espaciais, à infraestrutura aeronáutica e espacial, especialmente aquelas relativas ao desenvolvimento científico, tecnológico e industrial de interesse aeronáutico e espacial;
- ii. O incentivo e realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento associadas com o setor aeroespacial;
- iii. Contribuir para o fortalecimento da indústria aeroespacial e de defesa;

A FAB conta com um Comando, posto máximo da sua hierarquia, além de uma área de Comando e Preparo (COMPREP) e uma Secretaria de Economia, Finanças e Administração (SEFA). Há ainda um Comando Geral de Pessoal (COMGEP) um Comando Geral de Apoio (COMGAP) e um Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE). Os departamentos específicos são dois: o

Departamento de Ciência e Tecnologia (DCTA) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) (FAB, 2023).

O DCTA conta com um Instituto de Estudos Avançados (IEAV) que possui uma Divisão de Energia Nuclear (ENU). A ENU realiza pesquisa e desenvolvimento de sistemas nucleo-elétricos geradores voltados para aplicações aeroespaciais e de Defesa, além de estudos sobre radiações ionizantes e assessoramento em energia nuclear. O primeiro interesse básico da Divisão é a avaliação de microrreatores nucleares com potência elétrica no intervalo de 0,1 a 1000 kW para aplicações terrestres em regiões isoladas ou aplicações espaciais. O outro enfoque das pesquisas realizadas pela ENU é a análise e medição dos efeitos da radiação espacial na atmosfera terrestre e da radiação ionizante sobre indivíduos e materiais (IEAV, 2023).

10.16 Exército Brasileiro

O Exército Brasileiro é responsável pela formulação e condução de políticas que digam respeito ao Poder Militar Terrestre (BRASIL, 2004). Tais políticas incluem o desenvolvimento de tecnologias e capacitação profissional para ministrá-las, bem como a gestão dos ambientes físicos nos quais tais atividades são realizadas.

Sua estrutura organizacional é complexa e reflete essas competências. Assim como no caso das duas demais divisões das Forças Armadas, conta com um Comandante subordinado ao Ministério da Defesa, com múltiplos órgãos de assessoramento superior e de assistência direta e com subchefias. Os órgãos de direção setorial são sete: o Departamento-Geral do Pessoal (DGP), o Departamento de Engenharia e Construção (DEC), o Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX), o Comando de Operações Terrestres (COTER), o Comando Logístico (COLOG), a Secretaria de Economia e Finanças (SEF) e o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2023).

O Departamento de Ciência e Tecnologia é responsável pela gestão de um conjunto de institutos de formação e centros tecnológicos, que incluem o Instituto Militar de Engenharia (IME), o Centro de Avaliações do Exército (CAEX), o Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS), o Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEx), as Diretorias de Fabricação (DF) e de Serviço Geográfico (DSG), o Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEx), o Centro de Defesa Cibernética (Cdciber) e o Centro Tecnológico do Exército (CTEx).

O CTEx, particularmente, produz pesquisas que abrangem a área radiológica e nuclear. Suas áreas de pesquisa são: Armamento e Munição; Mísseis e Foguetes; Materiais Avançados; Comunicações e Eletrônica; Simuladores Virtuais; e Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear. Um de seus órgãos subordinados, por isso é o Instituto de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (IDQBRN). Os oito laboratórios do Instituto realizam pesquisas que abrangem as áreas de irradiação gama, de calibração gama, de identificação e quantificação de agentes radiológicos e nucleares, de irradiação de materiais por meio de Raios X e identificação de testes e acidentes nucleares (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2020a).

Além disso, o Exército conta com um batalhão voltado para atuações nessa mesma área, o 1º BDQBRN. O Batalhão possui a Companhia Escola de Guerra Química, que atua no Exercício Geral do Plano de Emergência das Usinas Nucleares de Angra I e Angra II, em coordenação com o SIPRON. Também faz parte do Batalhão a Companhia de Defesa Química, Biológica e Nuclear, que já foi responsável por missões de paz de descontaminação no Haiti e no Timor-Leste e também pela proteção de chefes de Estado em visita diplomática ao Brasil (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2020b).

10.17 Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A (Nuclep)

Estatal vinculada ao Ministério de Minas e Energia foi fundada em 1975 para atender o Programa Nuclear Brasileiro. A companhia produz, desenvolve, fabrica e comercializa equipamentos

pesados para os setores nuclear (incluindo mineração), de defesa, de óleo e gás e energético de modo geral (Nuclep, 2023b).

A Nuclep é responsável pelo fornecimento de equipamentos para as usinas de Angra 1, 2 e 3, além de ter firmado contrato com a Amazul em 2019 para fornecimento de equipamentos voltados para o projeto de reator nuclear da Marinha.

A estrutura estatutária da companhia é disposta em uma Assembleia Geral, uma diretoria executiva, dois Conselhos e dois Comitês. Além disso, há outras gerências, secretarias, assistências e uma ouvidoria.

- i. **Assembleia Geral:** é composta pela União (única acionista) e dirigida pelo Presidente do Conselho de Administração. Seguem as competências estabelecidas para o caso de sociedades por ações, conforme a Lei n.º 6.404 de 15 de dezembro de 1976, e conforme definido para o caso de companhias controladas pela União, segundo o Decreto n.º 1.091 de 21 de março de 1994;
- ii. **Conselho de Administração:** formado por membros da Marinha, do Ministério da Economia e por membros do quadro de empregados da Nuclep;
- iii. **Conselho Fiscal:** formado por membros da Secretaria do Tesouro Nacional, do Ministério de Minas e Energia e por auditores externos;
- iv. **Presidência:** coordena a Diretoria Executiva e dirige, supervisiona e controla as atividades e política da companhia, além de representá-la externamente;
- v. **Diretoria Comercial:** responsável por supervisionar e implementar políticas para vendas, garantia de qualidade e gestão de contratos;
- vi. **Diretoria Industrial:** gerencia e implementa políticas associadas à fabricação, engenharia, testes e inspeções, produção e controle, montagem, manutenção e infraestrutura;
- vii. **Diretoria Administrativa:** responsável pelas políticas associadas a planejamento de finanças e contabilidade, administração de materiais, logística, meio-ambiente, segurança do trabalho, gestão de materiais, compras e serviços, tecnologia da informação.

10.18 Eletronuclear

A Eletronuclear foi criada em 1997, como uma subsidiária da Eletrobras, para controlar a operação das usinas nucleares brasileiras. Atualmente é responsável pelas usinas de Angra 1, Angra 2 e pela construção da usina Angra

As usinas Angra 1 e 2 são responsáveis por cerca de 3% da geração de energia elétrica para o país, fornecendo em conjunto, um total de 1990 MW (Eletronuclear, 2023d).

Sua estrutura organizacional é disposta principalmente entre dois conselhos, uma Assembleia Geral e quatro Diretorias que incluem a Presidência (Eletronuclear, 2023e). Suas funções e descrições são:

- i. **Assembleia Geral:** formada pelos detentores de ações ordinárias que analisam as contas dos administradores e demonstrações financeiras, discutem a destinação do lucro da companhia, realizam a eleição e destituição dos membros dos Conselhos e deliberam sobre temas como fusões, incorporações e reformas no Estatuto Social da companhia;
- ii. **Conselho de Administração:** composto por seis membros, é responsável pelo estabelecimento geral das orientações dos negócios da companhia, visando ações como: assegurar que suas diretrizes estratégicas sejam implementadas pela Diretoria Executiva, prevenir e administrar possíveis conflitos de interesse, estabelecer práticas de governança corporativa e política de gestão de riscos, além de aprovar o plano estratégico e acompanhar seu desempenho;

- iii. Conselho Fiscal: formado por oito membros, é responsável por tarefas como: fiscalizar o cumprimento do estatuto e da legislação; analisar demonstrativos financeiros da companhia; opinar sobre relatórios e propostas da administração e fazer denúncias aos órgãos de administração e à Assembleia Geral;
- iv. Presidência: representante externa da Eletronuclear responsável pela imagem institucional da companhia, pela coordenação das Diretorias e pela supervisão geral das suas atividades;
- v. Diretoria de Administração e Finanças (DA): composta por um Diretor Administrativo e um Diretor Financeiro, conduz as atividades administrativas no âmbito financeiro e comercial, bem como os Recursos Humanos, Infraestrutura e Serviços Gerais, Tecnologia da Informação, documentação normativa, Relação Sindical e Políticas de Inserção Regional da Eletronuclear.
- vi. Diretoria Técnica (DT): estabelecer e promover políticas, diretrizes e normas voltadas para o Gerenciamento de Empreendimentos, Engenharia, Construção, Combustível Nuclear e Análise de Segurança, Licenciamento Nuclear e Ambiental, Gestão da Qualidade e Meio-Ambiente e Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação;
- vii. Diretoria de Operação e Comercialização (DO) e Diretoria da Usina Nuclear de Angra 3: ambas sob responsabilidade do mesmo diretor, dizem respeito às diretrizes e normas relativas à operação das Usinas Nucleares de Angra. Além disso, são responsáveis pela comercialização da energia gerada nas usinas e por assegurar a atuação do Comitê de Análise de Operação Nuclear (CAON).

10.19 Empresa Brasileira de participações em Energia Nuclear e Binacional, (ENBPar)

Em setembro de 2021, com a publicação do decreto n.º 10.791 de 10 de setembro de 2021, foi criada, no âmbito do governo federal, a Empresa Brasileira de participações em Energia Nuclear e Binacional, (ENBPar). A empresa assumiu as atividades não passíveis de se incorporarem ao processo de privatização da Eletrobras. A ENBPar, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tornou-se responsável pelo controle da Eletronuclear, da usina Itaipu Binacional e pela gestão dos contratos de comercialização de energia gerados pelos empreendimentos do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (BRASIL, 2021).

Apêndice B – Detalhamento das iniciativas necessárias para a flexibilização do monopólio da União e experiências internacionais

11 Exploração de minérios nucleares

11.1 Contexto:

Conforme estabelecido nos artigos n.º 21 e n.º 177 da Constituição Federal de 1988, constitui monopólio do Estado i) a exploração dos serviços e instalações nucleares de qualquer natureza; e ii) a pesquisa, a lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados (BRASIL, 2022). Desse modo, uma vez identificada a presença de minérios nucleares, tais recursos só poderiam ser explorados por meio da encampação do direito minerário por parte da INB. Tais atividades ficavam, portanto, submetidas à capacidade de exploração da INB, sem que investimentos privados atuassem na promoção do setor e no aproveitamento do potencial produtivo brasileiro no mercado de minérios nucleares.

A INB era, desse modo, a empresa que atuava em nome da União na exploração dos recursos minerais nucleares do Brasil. Por ter suas ações em poder da União, podia receber recursos financeiros do Tesouro Nacional para realização de suas atividades. Na prática, contudo, a companhia já havia atingido em 2022 a autossuficiência financeira (INB, 2022).

11.2 Lei N° 14.514/2022:

Inicialmente, as mudanças propostas pela lei no que diz respeito à flexibilização da exploração de minérios nucleares e redefinição de controle da INB foram editadas na forma da Medida Provisória N° 1.133/2022. Publicada no Diário Oficial da União no dia 12 de agosto de 2022, o texto conferia à INB a possibilidade de realização de contratos com pessoas jurídicas para realização de suas atividades, construção e operação de suas instalações e negociação e comercialização dos seus bens e serviços (BRASIL, 2022a). Tais atividades incluem a pesquisa, lavra, conversão, enriquecimento, reconversão, produção e comercialização de materiais nucleares. A INB teve, ainda, seu controle redefinido, com a transferência de suas ações da União para a ENBPar, com impactos relevantes sobre a autonomia da companhia.

Durante a tramitação da MP 1.133/2022 no Congresso, foram incluídas emendas que condicionam a associação da INB com entidades privadas à formação de subsidiárias nas quais a estatal detenha ao menos 51% das ações. A atuação privada na exploração de minérios nucleares e de seus derivados não se alterou, portanto, continua sendo considerada um monopólio do Estado em seu sentido estrito. As emendas ao texto aprovadas pelo Congresso definiram ainda a Agência Nacional de Mineração (ANM) como reguladora e fiscalizadora da pesquisa e lavra dos minérios nucleares.

Na última etapa até sua aprovação como lei, a medida alterada foi transformada no Projeto de Lei de Conversão 29/2022 e submetida à aprovação da Presidência da República. Tal aprovação foi concedida mediante vetos parciais cujas questões principais são associadas à exportação de minério e ao controle do Fundo Nacional de Mineração (Funam). No que diz respeito ao primeiro tema, vetou o dispositivo que submetia as exportações de minério à necessidade de aprovação do MME (Câmara dos Deputados, 2022). Em segundo lugar, vetou a submissão do Funam à ANM e impediu ainda a criação de cargos comissionados para a agência. Por fim, a medida provisória com seu texto alterado foi aprovada no dia 29 de dezembro de 2022 como a Lei N° 14.514.

11.3 Principais considerações

As questões remanescentes relacionadas ao setor de exploração mineral de materiais nucleares são dispostas a seguir, com suas respectivas rotas de atuação.

Discussão legislativa da Lei N° 14.514: alguns vetos presidenciais à Lei N° 14.514/2022 que determinam o dinamismo do setor ainda podem ser rejeitados ou aprovados em discussão futura no Congresso Nacional. Entre os vetos citados, o mais relevante é o veto ao artigo 10 do Projeto de Lei de Conversão (PLV 29/2022), que submete as exportações de minério nuclear à autorização do MME.

A necessidade de tal autorização reduziria a atratividade do setor para investimentos privados por gerar entraves burocráticos na atividade exportadora, além de insegurança jurídica e baixo dinamismo. Destaca-se como fundamental, portanto, a discussão sobre a lei no Congresso Nacional e a manutenção do veto às autorizações de exportações.

Definição do ambiente de negócios: a Lei N° 14.514 aprovou a contratação de pessoas jurídicas por parte da INB por meio do estabelecimento de subsidiárias nas quais a estatal detenha um mínimo de 51%. Na prática, o controle da estatal foi mantido, ainda que a possibilidade de investimentos privados tenha sido formalizada. As possibilidades de atuação conjunta entre Estado e investidores privados no setor de mineração foram ampliadas; contudo, a manutenção do controle pela INB cria incertezas adicionais para possíveis investidores.

Desse modo, é preciso determinar com clareza a natureza dos contratos estabelecidos entre a INB e as pessoas jurídicas contratadas e os desenhos de modelos de negócios possíveis nessas associações.

12 Enriquecimento de urânio

O objetivo central de propor a flexibilização do monopólio da União para este segmento da cadeia produtiva do setor nuclear brasileiro é otimizar a eficiência e eficácia do processo de enriquecimento de urânio para atender tanto a demanda interna quanto a demanda externa, em função das mudanças estruturais derivadas da transição energética. A demanda para o enriquecimento de urânio via aumentar em função dos seguintes fatores:

- i. O processo de transição energética com foco na descarbonização passou a considerar a energia elétrica de geração nuclear como uma energia verde;
- ii. O desequilíbrio mundial na oferta de urânio enriquecido derivado da guerra da Ucrânia que impôs sanções econômicas à Rússia, um grande produtor e exportador mundial deste insumo;
- iii. O acirramento geopolítico mundial entre EUA e China;
- iv. As perspectivas de consolidação da tecnologia dos SMR.

A partir deste enquadramento geral, esta seção examinará os potenciais desafios e oportunidades associados à regulamentação do processo de enriquecimento de urânio no Brasil, buscando equilibrar a segurança e proteção desta atividade produtiva com os benefícios econômicos vinculantes às parcerias com agentes econômicos privados capazes de dar um novo cenário de desenvolvimento da energia nuclear no Brasil.

A INB é responsável pela produção de combustível nuclear no Brasil, incluindo o enriquecimento de urânio. Atualmente, a CNEN ainda exerce funções regulatórias e de fiscalização que serão responsabilidades a serem repassadas para a órbita da Autoridade Nacional de Energia Nuclear (ANSN), quando esta agência iniciar, de fato, suas atividades.

Este tópico tem como objetivo examinar o papel dos agentes no segmento produtivo de enriquecimento de urânio no Brasil, enfocando os aspectos técnicos e políticos de suas atividades. O ponto de partida é o marco regulatório que rege o processo de enriquecimento de urânio, o papel da INB como empresa estatal responsável pela produção de combustível nuclear e as possíveis contribuições de agentes privados para o segmento de enriquecimento de urânio, no âmbito de uma flexibilização do monopólio da União.

Por meio dessa análise, pretende-se firmar uma compreensão abrangente da complexa dinâmica do segmento de enriquecimento de urânio no Brasil, a possibilidade de corroborar com o processo de flexibilização do monopólio da União com o objetivo de dinamizar o programa de energia nuclear do país e principalmente a cadeia produtiva do setor nuclear.

A INB é a empresa estatal responsável pela produção de combustível nuclear no Brasil, incluindo o enriquecimento de urânio. A INB opera a Fábrica de Combustível Nuclear de Resende, que é a única instalação no país autorizada a enriquecer urânio para produção de combustível nuclear.

A INB desempenha um papel crucial no programa de energia nuclear brasileiro, pois é responsável por garantir o fornecimento de combustível nuclear para as usinas nucleares do país. A empresa realiza todo o processo de produção de combustível nuclear, incluindo mineração de urânio, conversão, enriquecimento, fabricação de combustível e transporte para as usinas nucleares.

A INB opera sob a supervisão e regulamentação da CNEN, que estabelece os requisitos técnicos e de segurança para suas atividades. A empresa também está sujeita a salvaguardas e inspeções internacionais pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) para garantir que suas atividades sejam consistentes com os padrões internacionais de não proliferação.

No geral, a INB desempenha um papel crítico em toda a cadeia produtiva ao garantir oferta de suprimento do combustível nuclear para as usinas nucleares do Brasil.

O principal papel da CNEN no enriquecimento de urânio é garantir que o processo seja realizado com segurança e segurança, com risco mínimo à saúde humana e ao meio ambiente.

A CNEN estabelece requisitos técnicos e de segurança para instalações de enriquecimento de urânio e monitora o cumprimento desses requisitos por meio de inspeções e auditorias. A Comissão também estabelece diretrizes para o transporte e manuseio de materiais nucleares, incluindo urânio enriquecido, para evitar acidentes ou incidentes que possam resultar na liberação de material radioativo.

Além de regulamentar as atividades de enriquecimento de urânio, a CNEN é responsável por regulamentar todos os aspectos do ciclo do combustível nuclear, incluindo mineração de urânio, conversão, fabricação de combustível e gestão de resíduos. A Comissão desempenha um papel fundamental na promoção do uso seguro e pacífico da energia nuclear no Brasil, ao mesmo tempo em que garante que o programa nuclear do país cumpra os padrões internacionais de não proliferação.

Em geral, o papel da CNEN no enriquecimento de urânio é garantir que o processo seja realizado de maneira a minimizar o risco de acidentes ou incidentes, proteger a saúde pública e o meio ambiente e contribuir para o desenvolvimento sustentável do programa de energia nuclear do Brasil.

Na perspectiva propugnada por este relatório técnico de corroborar para o processo de flexibilização do monopólio na mineração de urânio, o papel desses dois agentes deve ser revisto, partindo de propostas de alterações infralégais. Um dos agentes mais impactados seria a INB.

O processo de incremento da produção de urânio enriquecido da INB tem como base a Lei N° 14.514 que permitirá parcerias com agentes privados. A partir deste novo regramento legal, será possível incrementar a produção de mineração de urânio. Este novo cenário econômico será decisivo para o desenvolvimento da cadeia produtiva do setor nuclear, tendo como um dos desafios mais significativos as garantias para que os investimentos privados em parceria com INB possam manter um fornecimento confiável de urânio enriquecido para o mercado interno e externo.

Por outro lado, é imprescindível vincular estas parcerias com investimentos em novas tecnologias e processos para melhorar a eficiência e a confiabilidade das operações de enriquecimento de urânio. Pode-se, inclusive, tomar como exemplo, o bem-sucedido desenvolvimento de uma nova tecnologia de centrifugação feita nos EUA durante a transição da USEC - *United States Enrichment Corporation* para a *Centrus*. A nova tecnologia se mostrou mais eficiente e econômica do que a antiga tecnologia de difusão gasosa, utilizada pela USEC.

O principal papel da CNEN no enriquecimento de urânio continuaria sendo o de garantir que o processo seja realizado com segurança e com risco mínimo para a saúde humana e o meio ambiente. Regulamentando as instalações de enriquecimento de urânio, emitindo licenças e autorizações, estabelecendo requisitos técnicos e de segurança e conduzindo inspeções e auditorias para monitorar o cumprimento desses requisitos. A CNEN ainda desempenharia um papel crítico na promoção do uso seguro e protegido da energia nuclear no Brasil, ao mesmo tempo em que garantirá que o programa nuclear do país esteja em conformidade com os padrões internacionais de não proliferação.

Para reforçar o arcabouço institucional, considera-se pertinente a criação de uma Secretária de Energia Nuclear no âmbito do MME, que poderia se integrar ao Programa Nuclear Brasileiro, com a responsabilidade pelo desenvolvimento e implementação das políticas de energia nuclear do governo, incluindo aquelas relacionadas ao enriquecimento de urânio. A Secretaria trabalharia com parceiros da indústria para desenvolver novas tecnologias e técnicas de enriquecimento, supervisionando o gerenciamento de materiais nucleares do governo, incluindo urânio. A ideia é que se tenha agentes mais qualificados e focados apenas na elaboração dessas ações, permitindo um planejamento de longo prazo e realizações concretas para o segmento.

13 Geração de energia elétrica

13.1 Contexto

O Brasil possui um potencial significativo para desenvolvimento de sua energia nuclear. Para tanto é necessária uma reordenação entre as responsabilidades do Estado brasileiro com o setor privado para que este novo arranjo de papéis possa alavancar o crescimento do setor. Essa seção procura examinar o contexto atual da energia nuclear no país e providenciar recomendações para otimização de estruturas de propriedade, incluindo subsídios para ações infraconstitucionais com foco centrado na maior participação e financiamento privado, através de três instrumentos:

- i. Sociedades de Propósito Específico (SPE);
- ii. Parcerias empresariais minoritárias, ou *joint-ventures*, a princípio com 51% de propriedade estatal; e
- iii. Prestação de serviços.

Uma das características principais do setor nuclear brasileiro é o monopólio da União acerca de atividades nucleares, consagrado na Constituição de 1988. De acordo com a Constituição, o governo brasileiro possui a responsabilidade exclusiva sobre todas as atividades relacionadas ao ciclo do combustível nuclear, incluindo a mineração de urânio, o enriquecimento e a fabricação de combustível, além da instalação de usinas nucleares, que necessitam de uma localização definida em lei federal (BRASIL, 1988). Desta forma, o governo federal é o único responsável por autorizar e controlar todas as atividades nucleares do país, incluindo, de forma muito restritiva, a participação de empresas privadas no setor.

A Constituição prevê que a União pode contratar empresas para realizar atividades nucleares sob seu controle, desde que seja garantida a preservação do interesse nacional e a segurança da população. O licenciamento de operadores nucleares privados já ocorre em outros setores que não o elétrico. A CNEN atua com instituições privadas em áreas como alimentos, saúde e serviços. No entanto, estes segmentos não têm capacidade de gerar efeitos multiplicadores de investimento positivos e dinâmicos sobre a cadeia produtiva.

Como a produção de energia elétrica é o segmento que tem condições efetivas e concretas do conceito *keynesiano* de multiplicador de investimentos, torna-se assim importante destacar este caminho infralegal possa, através de ajustes pontuais, dar as garantias para investimentos de empresas privadas estejam envolvidas na geração de energia elétrica através da operação de reatores e usinas nucleares, ou contratadas pela União para desenvolver produtos e participar da indústria nuclear brasileira. Este desafio legal está sendo testado na retomada da construção da Usina Nuclear de Angra 3.

Por outro lado, e a partir do contexto mundial da transição energética, há um interesse crescente em ampliar o papel do setor privado na indústria nuclear brasileira, especialmente

considerando os esforços para expansão da matriz energética do país com foco na construção de Angra 3, abrindo possibilidades de aprimoramentos infralegais do marco regulatório.

No andamento do projeto de Angra 3, inclusive, aparecem alguns dos mecanismos de envolvimento do setor privado, como a qualificação da usina no Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) pelo Decreto nº 9.915/2019 (BRASIL, 2019). Diante da falta de recursos próprios da Eletrobras e da Eletronuclear, houve a necessidade de se definir um arranjo onde o parceiro concluísse a obra e trouxesse os recursos necessários (CNPE, 2018; ELETRONUCLEAR, 2020).

Neste processo de repensar o monopólio de Estado, destaca-se, como analisado anteriormente, a flexibilização da pesquisa e lavra de minérios nucleares. Podendo-se incluir neste esforço de modernização a liberalização da medicina nuclear no sentido de produção de rádio fármacos e operadores privados de tecnologias nucleares para aplicações médicas (BRASIL, 2022a; BRASIL, 2022b).

13.2 Barreiras ao financiamento

O Plano Nacional de Energia (PNE) 2050 menciona a necessidade de regulamentação do §6º do Art. 225 da Constituição Federal do Brasil, que exige a definição em lei de novos locais de instalação de reatores nucleares e estipula como um dos desafios para o país a promoção de adequações institucionais, legais e regulatórias à expansão da energia nuclear. Segundo o relatório:

"É preciso, por exemplo, resolver sobre a flexibilização de monopólios da União na cadeia nuclear [...] e definir modelos de Parcerias Público-Privadas (PPPs) com arranjos comerciais e financeiros que tornem os empreendimentos termonucleares atrativos frente às alternativas e com riscos compatíveis com sua economicidade (em especial, o tratamento da responsabilidade civil por danos nucleares após a flexibilização do exercício do monopólio da União)." (EPE, 2020)

Os desafios impostos pela transição energética mundial e seus impactos sobre o SEB, demandam em relação ao setor nuclear alterações regulatórias para reduzir os riscos e dar garantia aos investimentos privados através da flexibilização do monopólio estatal. A participação de agentes privados é essencial, uma vez que o setor público não possui condições financeiras de arcar com todos os investimentos necessários para a expansão da capacidade instalada da geração nuclear.

Em suma, deve-se caminhar na direção do novo paradigma já adotado em inúmeros países e mesmo no Brasil para os setores de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica: Cabe ao Estado a função de regulador, e para a iniciativa privada o papel de investidor.

Uma das questões fundamentais que aparecem de forma recorrente nos projetos nucleares é a imprevisibilidade financeira e temporal. Atrasos e imprevisibilidades na construção de Angra 3, por exemplo, refletem a falta de ímpeto e impulso do setor nuclear no Brasil, controlado majoritariamente pelo Estado. Um desafio importante a ser ressaltado é o desenho do arcabouço que incorpore o equacionamento de custos afundados, externalidades e transbordamentos tecnológicos da indústria nuclear, como a diminuição de emissões, a geração de renda, empregos qualificados e conteúdo tecnológico. Um outro aspecto a ser considerado é a comunicação dos benefícios gerados na cadeia nuclear que pode auxiliar na superação da atual lógica do setor, que tem gerado um alto custo sociopolítico que tem impedido o equacionamento de questões relevantes. O desenvolvimento da tecnologia disruptiva dos SMR certamente vão agir em prol do desenvolvimento da cadeia de valor do setor nuclear, dada a redução dos riscos e dimensões de acidentes nucleares com Chernobyl e Fukushima.

13.3 Propostas de flexibilização - medidas infraconstitucionais

Acerca da geração de energia elétrica, nesta seção serão considerados caminhos para envolver o setor privado na indústria, com o intuito de trazer capital e *expertise* adicionais, auxiliando a mitigar os riscos financeiros tipicamente associados a projetos nucleares. Existem diversas formas que companhias privadas podem atuar na indústria nuclear, incluindo a utilização de Sociedades de Propósito Específico (SPE), parcerias empresariais minoritárias e prestação de serviços.

Uma participação privada com controle estatal não necessariamente repele interesses privados, que dependem do instrumento contratual para dirimir eventuais dúvidas, apresentar cláusulas de proteção de investimentos, trazer garantias aos investidores e requisitar arbitragem internacional. Detalhamentos de aspectos de garantias, arbitragem internacional e solução de controvérsias, somado a uma segurança jurídica e competitividade suficiente para abrir negócios, podem ser suficientes para dinamizar o setor.

Os modelos de SPE e *joint-ventures* representam modificações com participação societária, enquanto a prestação de serviços possibilita o envolvimento sem a participação societária da empresa privada no empreendimento.

É preciso haver, portanto, desenhos de mercados que operem de forma consolidada os negócios, com planejamentos indicativos, conseguindo gerar as condições de mercado que atraiam o setor privado, refletindo a perspectiva de competitividade entre as fontes e a partir de arcabouços legais compreensíveis e confiáveis.

13.3.1 Sociedades de Propósito Específico (SPE)

As SPE são entidades legais formadas para um propósito ou projeto específico, separadas de suas empresas criadoras e partes envolvidas. A implementação de SPE pode beneficiar o setor de geração de energia nuclear no Brasil, especialmente ao desbloquear o potencial da indústria através da atração de investimentos privados. SPE são comumente utilizadas para financiar projetos de infraestrutura capital intensivo e longo prazo de maturação. As usinas hidroelétricas de grande porte como a binacional Itaipu, Belo Monte, Santo Antônio e Jirau, bem como todas das linhas de transmissão contratadas no Brasil desde 2000 adotaram este padrão de contratação por causa do alto volume, custos de capital e financiamento de longo prazo requisitados (SAINATI et al, 2017).

No Brasil, a estatal Eletronuclear funciona como a única operadora de usinas nucleares e a implementação de SPE pode facilitar o envolvimento de companhias privadas na geração de energia nuclear, providenciando acesso a capitais privados.

Os autores deste relatório firmam posição de que o uso do instrumento das SPE, subordinadas contratualmente, ao controle e acompanhamento das agências reguladoras é o mais eficiente e adequado para garantir condições do Brasil transformar o potencial produtivo de toda a cadeia de valor. É importante, sem a quebra do monopólio da União, possibilitando o aumento de investimentos, competição e desenvolvimento tecnológico.

Internacionalmente, SPE têm sido exaustivamente utilizadas na indústria nuclear. Pode-se fornecer, inclusive, exemplos de países extremamente concentrados em suas atividades nucleares ao redor do Estado, como a China, onde o estabelecimento de SPE tem sido uma crucial estratégia nos esforços do país em se tornar uma liderança global na geração nuclear. A *China National Nuclear Power (CNNP)*, uma subsidiária da *China National Nuclear Corporation* responsável pelo desenvolvimento e operação de usinas nucleares, tem estabelecido diversas SPEs para construção e operação de usinas. Dentre os exemplos inclui-se a *Jiangsu Nuclear Power Corporation*, para construção de uma usina nuclear em *Lianyungang* (CNNC, 2020). Tais

exemplos podem providenciar *insights* valiosos e lições para *stakeholders* e o governo brasileiro no que tange a atualização regulatória do setor nuclear.

13.3.2 Parcerias empresariais minoritárias (*joint-ventures*)

Parcerias empresariais como *joint-ventures* têm sido amplamente utilizadas para envolver o setor privado no desenvolvimento e operação de projetos nucleares, no sentido de balancear os interesses do setor público e do setor privado. Nesse modelo, duas ou mais companhias - públicas ou privadas - formam uma parceria, comumente com uma das partes assegurando uma maioria das ações e, assim, o controle do projeto. Tal estrutura permite uma transferência de tecnologia e conhecimento enquanto o Estado mantém controle decisório.

Um exemplo de *joint-venture* bem-sucedida são os projetos da *Constellation Energy Nuclear Group* e da *Ameren Missouri Energy Center (AMEC)*, nos Estados Unidos. Esses projetos foram montados e são atualmente operados pela Exelon Corporation, uma empresa pública que opera diversas usinas nucleares no país. O primeiro, em parceria com a EDF, é responsável pela operação de diversas usinas, e demonstra como *joint-ventures*, como a própria EDF, podem fazer outras *joint-ventures*, abrindo espaço para novas camadas de parcerias. O segundo é uma parceria entre a Exelon e a *Ameren Corporation*, uma empresa privada, que operam conjuntamente a usina de *Callaway*, no *Missouri* (EXELON, 2023).

Além disso, para iniciar seu programa nuclear, o governo dos Emirados Árabes Unidos formou uma *joint-venture* entre a *Nuclear Energy Corporation (ENEC)* do país e a *Korea Electric Power Corporation (KEPCO)*, para parceria de longo-prazo e cooperação de energia limpa, eficiente e confiável para o país (ENEC, 2022). A cooperação espera dinamizar a economia de aprendizado sobre o setor no país e estruturar uma estabilidade de longo prazo para a oferta energética, considerando transferências tecnológicas e financiamentos externos (ENEC, 2022).

A transferência de tecnologia e conhecimento que podem ser proporcionadas pelo modelo de *joint-venture* se somam a outras vantagens, como o risco compartilhado e o acesso a financiamento. O compartilhamento dos riscos entre os parceiros tende a diminuir os desembolsos de cada parte interessada, um movimento importante em um setor com altos custos de implantação e operação como os do setor nuclear. Além disso, *joint-ventures* podem providenciar recursos de múltiplas fontes, incluindo agências governamentais, investidores privados e instituições financeiras.

Por outro lado, a *joint-venture*, ao não proporcionar o controle proprietário à parte privada interessada, pode causar desafios de comunicação e coordenação, especialmente com as companhias sendo provenientes de outros ambientes culturais. Entre as condicionantes apresentadas por parceiros privados na viabilização de Angra 3, estavam acordos internacionais, garantia de participação em projetos futuros e outras garantias da União (CNPE, 2018).

Como demonstrado acima, constata-se a configuração de um conjunto de mecanismos que viabilizam institucional e legalmente a flexibilização do monopólio da União para geração de energia elétrica de base nuclear.

Avalia-se como possível, constitucionalmente, uma empresa de operação da usina com caráter de economia mista, na qual o controle propriamente dito caberia à União, mas com propriedade parcialmente privada, aplicando a interpretação constitucional reiterada na Lei 14.514/2022, que trata da pesquisa e lavra de minérios nucleares (BRASIL, 2022a). Na prática, inclusive, desde que a Eletronuclear foi estabelecida, a participação privada respondia por 40% da propriedade de ativos, algo que nunca foi considerado inconstitucional. A operação é feita pela estatal que é controlada pela União, não sendo o empreendimento inteiramente propriedade pública.

Considerando o contexto brasileiro e a necessidade de atualização do arcabouço normativo, a participação privada na matriz elétrica através da energia nuclear pode se dar através de uma

flexibilização escalonada, considerando mecanismos infraconstitucionais já presentes. Assim, torna-se possível a observação da percepção dos agentes, contribuindo para atualizações e novas políticas para tecnologias e atividades nucleares em geral, considerando externalidades e transbordamentos de efeitos com outros setores. Os riscos políticos de uma abertura maior podem ser mitigados com um processo gradativo da Eletronuclear manter seu protagonismo, tendendo à atuação como Estado regulador, em detrimento do Estado produtor, contribuindo para a solução de questões de licenciamento, salvaguardas internacionais, descarte de resíduos etc.

13.3.3 Prestação de serviços

A prestação de serviços ocorre quando um dos diferentes tipos de serviços referentes a atividades nucleares que concernem ao monopólio da União são requisitados na indústria de energia nuclear. Dessa forma, abre-se a necessidade de organização sobre quais atividades devem ser prestadas pelo setor público e quais pelo privado, explorando as vantagens e desvantagens de cada abordagem.

Dentre as vantagens do envolvimento privado sem participação societária estão incentivos para cumprimento de prazos e custos estimados de obras, ativo regulatório constituído em garantia robusta para remuneração do parceiro privado. Tudo isso sem necessidade de garantia da União, acordos internacionais e/ou atendimento da expectativa de novos empreendimentos (CNPE, 2018).

Por outro lado, ainda há a necessidade de garantias regulatórias robustas, visto a ausência de outras garantias. Dentre as questões em aberto estão o recebimento pela energia gerada como única fonte de renda do parceiro privado, e considerações sobre as divisões de risco, vinculando parte das receitas a contratos de energia de reserva (CNPE, 2018)

A realização de licitações públicas para a contratação de prestadores de serviços e cooperação técnica pode permitir que empresas privadas trabalhem em colaboração com o governo para desenvolver soluções inovadoras e eficientes. A prestação de serviços pode ser feita por licitação de menor preço, ou inexigibilidade considerando uma proposta mais ampla, com transferência de tecnologia ou outro tipo de parceria em termos de aspectos tecnológicos.

14 Marco Legal e Institucional

14.1 Contexto atual

No Brasil, o marco institucional para a tecnologia nuclear surgiu no âmbito da regulação e da fiscalização, com a instituição da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em 1956. Atualmente, a CNEN ainda exerce funções regulatórias e de fiscalização que serão transferidas para a responsabilidade da Autoridade Nacional de Energia Nuclear (ANSN), quando esta agência iniciar suas atividades. Dentro deste quadro institucional, o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Agência Nacional de Mineração (ANM) também detém funções significativas (BRASIL, 2017), sendo elas, respectivamente:

- i. Formulação e coordenação das políticas e diretrizes relacionadas à energia nuclear;
- ii. Regulação, normatização, autorização e fiscalização das atividades de pesquisa e lavra de minérios nucleares; e
- iii. Fiscalização dos titulares de lavras quanto à ocorrência desses minérios.

No campo da pesquisa e desenvolvimento (P&D), encontram-se cinco instituições responsáveis pela promoção e divulgação do desenvolvimento das aplicações pacíficas da tecnologia nuclear:

a CNEN, o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), a Associação Brasileira para Desenvolvimento Atividades Nucleares (ABDAN), a Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN) e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

Na área industrial, no que tange a produção e comercialização de materiais e equipamentos pesados para o setor nuclear, destacam-se duas empresas públicas: a Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e a Nuclebrás Equipamentos Pesados (Nuclep).

A INB, conforme análise pretérita, é responsável pelo monopólio, em nome da União, da produção e comercialização de materiais nucleares, bem como atua no processo de confecção de combustíveis. No caso da Nuclep, a empresa fabrica e comercializa equipamentos pesados para todas as usinas de energia nuclear brasileiras, bem como para o submarino nuclear em desenvolvimento pela Marinha.

Ainda sobre o quadro industrial, consta a empresa pública Eletronuclear como responsável pela operação e construção das usinas nucleares brasileiras. Neste panorama, ressalta-se também a Amazônia Azul Tecnologias de Defesa (Amazul) como responsável por desenvolver e promover as tecnologias nucleares associadas à Marinha, incluindo a construção do submarino nuclear.

Com base em rearranjo institucional derivado da transformação do Grupo Eletrobras em uma *Corporation* com participação minoritária da União, a Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar) passou a controlar a Eletronuclear e a INB. Esta última, antes controlada pela União, teve suas ações transferidas para a ENBPar pelo decreto N° 11.235/2022. O novo controle desvinculou a companhia dos recursos do Tesouro Nacional e possibilitou à estatal ganhos de autonomia financeira e orçamentária. Trata-se de uma mudança que vai na direção de viabilizar a formação de SPEs e parcerias para os diferentes segmentos produtivos do setor nuclear sob o controle do monopólio da União.

Com base neste quadro do marco institucional brasileiro para a tecnologia nuclear, durante o desenvolvimento da pesquisa, nas entrevistas com especialistas realizadas no âmbito da pesquisa aqui consolidada neste relatório, alguns *stakeholders* apontaram problemas na estrutura organizacional do setor, que merecem ser citados a título de registro.

A principal questão assinalada como problemática foi o cenário de insegurança institucional, que poderia afastar possíveis empreendedores privados em um cenário de flexibilização do monopólio da União sobre a exploração das atividades nucleares. Deste modo, emerge a necessidade de um aperfeiçoamento da infraestrutura organizacional do setor nuclear brasileiro como um todo.

Um outro ponto inerente e positivo à discussão sobre flexibilização do monopólio e desenvolvimento da cadeia nuclear, é o TNP (Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares) e o Protocolo Adicional. Trata-se de um tópico de caráter crucial e complexo, requerendo atenção extra dos *policy makers*. A decisão do Brasil de aderir ao TNP em 1998 teve impactos significativos no programa nuclear do país. Como signatário do TNP, o Brasil se comprometeu a não buscar armas nucleares e a permitir inspeções de suas instalações nucleares pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

Um impacto do TNP para o Brasil foi o aumento do reconhecimento internacional e da legitimidade de seu programa nuclear. Ao aderir ao tratado, o Brasil sinalizou seu compromisso com os usos pacíficos da tecnologia nuclear e demonstrou sua disposição de atuar no âmbito internacional da não proliferação.

Outro impacto do TNP foi o aumento da transparência e cooperação no programa nuclear do Brasil. Ao permitir as inspeções da AIEA, o Brasil conseguiu demonstrar que suas instalações nucleares estavam sendo usadas apenas para fins pacíficos e que estavam em conformidade com seus compromissos do TNP.

Contudo, a pressão internacional para a assinatura do Protocolo Adicional, implica em preocupações com a soberania nacional, potencial de espionagem por parte de potências estrangeiras e possíveis abalos na relação diplomática com outros países, sendo este último, um tópico que impactaria em diversos domínios. Esse é um ponto, onde as ações e o posicionamento que será adotado internacionalmente pelo governo federal terão impacto direto no desenvolvimento da cadeia nuclear.

14.2 Estruturas Organizacionais

14.2.1 Implementação da ANSN

No artigo 8º do Protocolo da Convenção de Segurança Nuclear, proposto pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), fica prevista a efetiva separação entre as funções regulatórias e as demais relacionadas ao setor nuclear. No âmbito internacional, os países que desenvolvem atividades nucleares respeitam esta norma, suprimindo a regulação deste setor através de uma agência reguladora independente e focada na segurança. Um dos exemplos, nesse caso, é o Canadá com a Comissão Canadense de Segurança Nuclear (CNSC, na sigla em inglês), órgão focado somente na regulação, na fiscalização e na segurança do setor nuclear.

Desde a década de 1990, quando o Brasil assinou este protocolo, iniciou-se um debate sobre a necessidade da retirada das competências regulatórias do âmbito da CNEN, que também é responsável pela promoção da tecnologia nuclear através de pesquisa e desenvolvimento. Esta exigência era advinda por parte de órgãos de controles internacionais, AIEA, e nacionais, Tribunal de Contas da União (TCU) (JUSBRASIL, 2014).

Após mais de 30 anos de cobranças por esta demanda, criou-se a ANSN através da Medida Provisória nº 1.049, de 14 de maio de 2021, convertida na Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021, a partir da cisão da CNEN. Assente nisto, a CNEN continua com a responsabilidade de atuar na promoção de atividades nucleares para fins pacíficos, permanecendo vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Enquanto isso, a ANSN fica responsável por toda parte regulatória, de fiscalização, de licenciamento e de segurança.

Apesar da Lei nº 14.222/21 explicitar as separações de competências entre a CNEN e ANSN, deixando evidente quais funções serão transferidas da comissão para a autoridade, nas entrevistas com *stakeholders*, esse foi um tópico amplamente abordado como um ponto passível de gerar um cenário de insegurança institucional. Uma vez que o atraso na implementação da ANSN estimula dúvidas relacionadas ao funcionamento desta redistribuição de incumbências na prática. Outro ponto destacado nas entrevistas foi a necessidade de um órgão regulador com autonomia, que com o avanço da flexibilização do monopólio lidaria com o aumento de agentes privados dentro do setor.

O retardamento da implementação da ANSN gera inseguranças também no âmbito da mineração. Conforme estabelecido pela Lei Nº 14.514/2022, a Agência Nacional de Mineração torna-se responsável pela regulação, autorização, normatização e fiscalização da pesquisa e lavra de minério nuclear no Brasil. Contudo, tais atribuições não abrangem os aspectos de segurança. A regulação, normatização e fiscalização da segurança nuclear e proteção radiológica da lavra de minério nuclear é atribuição da ANSN, conforme consta no texto da Lei nº 14.222/2022 alterado pela Lei nº 15.514/2022 (BRASIL, 2021).

Devido a possibilidade de um cenário de insegurança institucional no quadro organizacional do setor nuclear, evidencia-se a urgência da implementação da ANSN. Nesse caso, será necessário exercer na prática o Decreto nº 11.142, de 21 de julho de 2022, que aprova a estrutura regimental e quadro de cargos e funções da Autoridade. Neste decreto fica estabelecido uma realocação de cargos de membros da CNEN com intuito de preencher a Diretoria Colegiada da ANSN.

Em 2022, o presidente em exercício havia indicado nomes para preencher esta diretoria, que passariam por sabatina no Senado. Todavia, no dia 31 de janeiro de 2023, o novo presidente publicou no Diário Oficial da União uma série de pedidos de cancelamento das indicações do ex-presidente, incluindo nelas as indicações para ANSN.

A partir deste cenário, se faz necessário as indicações dos novos ocupantes dos cargos da Diretoria Colegiada da ANSN. Após esta etapa, esses nomes serão encaminhados para uma sabatina no Senado, sendo que para a aprovação dos cargos, serão necessários votos favoráveis de 41 Senadores.

14.2.2 Fortalecimento da INB

Ao pensar em um possível cenário de flexibilização para as atividades nucleares, os *stakeholders* entrevistados ressaltaram o aumento da importância da INB que a partir da maior autonomia obtida com a Lei nº 14.514/22 tem a oportunidade de estabelecer parcerias com o setor privado.

Além disso, reforçaram o papel estratégico da INB na extração de urânio e na fabricação do combustível nuclear. O Brasil tem a sétima maior reserva de urânio conhecida e domina o ciclo do combustível nuclear, em um cenário no qual a INB tenha a capacidade de aproveitar todas essas oportunidades, o país tem potencial não só de aumentar a oferta do combustível nuclear em âmbito nacional quanto, no futuro, ofertá-lo internacionalmente.

Esses argumentos corroboram a necessidade do fortalecimento da INB, para tanto, se faz necessário a revisão do plano estratégico e dos projetos estratégicos prioritários considerando-se a maior autonomia da INB no cenário atual e a prospecção de novas parcerias com o setor privado.

14.3 Medidas Constitucionais

Nessa seção são abordados conceitos que concernem ao monopólio da União e à participação de empresas privadas em projetos de energia nuclear, com foco nos SMR. Como são medidas constitucionais, sua utilização dentro de um arcabouço legal mais amplo pode ser considerada para aprofundamento do processo regulatório.

Dentre as medidas constitucionais para uma possível operação privada de SMR, uma prescrição regulatória padrão para o licenciamento de novos reatores pode contar com modelo de concessão. Outro elemento para dinamizar o desenvolvimento da cadeia produtiva dos SMR no Brasil seria um licenciamento mais rápido e com normas pré-definidas até uma determinada potência dos pequenos reatores. Em último caso deve-se levar estas decisões para um Projeto de Emenda Constitucional (PEC) em função da complexidade deste processo.

Um exemplo internacional neste sentido é o modelo de Base de Ativos Regulamentada (RAB, *Regulated Asset Base*). Em março de 2022, o *Nuclear Energy (Financing) Act* (NEFA) entrou em vigor no Reino Unido, permitindo a utilização do desse modelo para novos projetos nucleares. Esse modelo permite aos investidores compartilhar uma parcela dos riscos operacionais e de construção do projeto com consumidores. Como efeito de usar o modelo RAB, pode-se considerar a diminuição do custo de capital para novos projetos de larga escala, se comparado ao antigo modelo de Contratos por Diferença, o que pode trabalhar para o benefício e facilitação de investimentos de fundos de pensão, seguradoras e outros investidores. O NEFA também é considerado 'tecnologicamente agnóstico', isto é, podendo permitir o uso do modelo para diversas tecnologias nucleares avançadas, sujeitas a negociações entre desenvolvedores e governo (IAEA, 2022).

É possível discutir modelos desta natureza para SMR, utilizando de seu benefício de possibilitar licenciamentos socioambientais do sítio por envelopes. Nesse sentido, é possível ter um ganho

de fluxo de caixa - na medida em que o segundo SMR é instalado, o primeiro reator já pode estar gerando caixa, alterando toda a perspectiva financeira do projeto.

Torna-se necessário, nesse sentido, preparar o país para formas novas de tecnologias nucleares como SMR, com uma regulação pronta para receber e projetar reatores modulares competitivos.

O submarino nuclear brasileiro já possui um SMR simples, mas contratos com empresas privadas sob um modelo como o de RAB podem permitir transferências tecnológicas de reatores competitivos e comerciais ligados ao sistema elétrico, com custo nivelado o suficiente para estabelecer tarifas acessíveis. A expertise já alcançada com os projetos de Angra e do submarino nuclear podem ser catalisados para uma economia de escala e aprendizado no setor como um todo, passando a utilizar a União como agregador de modelos e experiências, inserido na construção de infraestruturas com o financiamento compartilhado com o setor privado, envolvido nas esferas de operação.

Nesse sentido, pode-se desenhar semelhanças entre a flexibilização da cadeia nuclear e o Art. 23 da Lei 9.478/1997, que regulamenta a política energética nacional e trata sobre o monopólio da União na área de petróleo e gás natural:

"As atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural serão exercidas mediante contratos de concessão, precedidos de licitação, na forma estabelecida nesta Lei, ou sob regime de partilha de produção nas áreas do pré-sal e nas áreas estratégicas, conforme legislação específica." (BRASIL, 1997).

No caso do setor de petróleo e gás, a concessão é outorgada pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), implicando a produção em determinado bloco, conferindo ao operador privado a propriedade dos bens de energia, considerando a submissão de planos e projetos de desenvolvimento e produção (BRASIL, 1997). Pode-se considerar mecanismos semelhantes para concessão de SMR para operação privada, com a ANSN ou outra agência central no setor nuclear fazendo o papel da ANP, construindo um arcabouço de incentivos.

A dinamização da pesquisa e lavra em minérios nucleares pode, inclusive, fornecer combustível nuclear para o desenvolvimento do próprio setor através de novos SMR, com prestações de serviços, parcerias e SPE por dentro do próprio setor em desenvolvimento, inclusive com potencial de exportação de combustível nuclear e, consolidando uma política robusta, tecnologias novas para o setor. A flexibilização se insere nessa lógica de auxiliar e qualificar a robustez do processo de desenvolvimento da indústria nuclear brasileira, trazendo recursos privados para complementar os recursos públicos insuficientes.

Os SMR são considerados umas das tecnologias mais promissoras para o setor elétrico mundial, recebendo substanciais apoios e subsídios governamentais em diversos países para desenvolvimento de projetos de P&D, em função dos inúmeros benefícios técnicos, econômicos e ambientais que podem ser alcançados. Dentre os fundos de financiamento necessários para o desenvolvimento do setor, independente do modelo considerado, destacam-se fundos:

- i. P&D para desenvolvimento de tecnologias internas e aprimoramento do setor como um todo;
- ii. Climáticos, nos quais a energia nuclear passa a ser inserida como fonte não emissora de gases de efeito estufa e;
- iii. Descomissionamento para operação e desativação segura e estável de usinas nucleares por parte do setor privado.

O estabelecimento de fundos provenientes de estratégias para mitigação de mudanças climáticas pode ser um indício do comprometimento da União com projetos de SMR e o avanço de tecnologias nucleares para a demanda energética, médica, alimentar e ambiental da população. Exemplos nesse sentido podem ser descritos de diversas formas, e um dos países que mais trabalharam nesta direção foi o Reino Unido, que incluiu um fundo de até 385 milhões de libras para investimento na próxima geração de tecnologias nucleares dentro de seu pacote de industrialização verde chamado *Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution* (IAEA, 2022). Nesse sentido, os fundos climáticos também podem ser utilizados para P&D em tecnologias limpas, que incluem as tecnologias nucleares, não emissoras de gases de efeito estufa.

Outro exemplo importante neste sentido vem dos EUA que, em 2005, através do *Energy Policy Act*, destinou mais de 13 bilhões de dólares em subsídios e isenções fiscais destinados ao setor nuclear, sendo quase três bilhões apenas para programas de P&D (IAEA, 2021), incluindo:

- i. Desenvolvimento de novos projetos de reatores;
- ii. Desenvolvimento de tecnologias de reprocessamento e transmutação nuclear;
- iii. Melhoria de infraestrutura de laboratórios nacionais;
- iv. Investimento em recursos humanos como a infraestrutura nas ciências nucleares e campos de engenharia por meio de bolsas de estudo e programas de cientistas visitantes, bem como programas de treinamento de estudantes;
- v. Pesquisas colaborativas com a indústria, laboratórios nacionais e universidades;
- vi. Atualização e compartilhamento de reatores de pesquisa; e
- vii. Tópicos como produção de hidrogênio e reatores de fusão.

Um exemplo é oriundo do Reino Unido que anunciou no final de 1988, quando da preparação para a privatização da *Central Electricity Generating Board* (CEGB), ela seria desmembrada, com a propriedade sobre suas instalações adquiridas pelo setor privado. Neste momento ficaram claras incertezas dos investidores privados sobre os custos de descomissionamento e do descarte de resíduos nucleares, o governo decidiu adiar a privatização das instalações nucleares.

A questão foi resolvida apenas 17 anos depois, com a reestruturação da British Energy, nova operadora privada de usinas nucleares. Finalizada em janeiro de 2005, teve contribuição de 65% do dinheiro em caixa da empresa para o *Nuclear Liabilities Fund*, fundo responsável pelo custo de futuros descomissionamentos de usinas nucleares, o que resolveria uma das principais incertezas dos investidores (IAEA, 2022). Apontamentos nesse sentido destacam a necessidade de fundos específicos para responsabilidades de descomissionamento, tal como o armazenamento de resíduos nucleares e os custos provenientes nesse sentido.

Por último, um tópico de interesse do setor privado, sempre que em parceria feita com o Estado, é a possibilidade de arbitragens internacionais para possíveis soluções de conflitos. Nacionalmente, os SMR terão seus despachos orientados por vetores fundamentados em critérios técnicos definidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), mas não é incomum a percepção, por parte do investidor privado, de insegurança adicional, sobretudo o estrangeiro. Torna-se necessário, portanto, trabalhar conjuntamente a agências internacionais como a AIEA, na definição de cortes internacionais, de acordos de arbitragem, de foros de solução de controvérsias - um conjunto de possibilidades para implementação.

15 Aspectos relevantes das experiências internacionais.

Os subsídios e incentivos fiscais são alguns dos principais instrumentos das políticas de investimento público, pois podem fornecer incentivos significativos para investimentos do setor privado em determinadas áreas consideradas estratégicas pelos governos.

Os governos utilizam de subsídios e incentivos fiscais para influenciar o comportamento do investimento em setores específicos, como o próprio setor nuclear.

Os subsídios podem assumir várias formas, como pagamentos diretos, doações, garantias de empréstimos e créditos fiscais, e podem ser direcionados a setores, empresas ou projetos específicos. Os incentivos fiscais, por outro lado, reduzem o valor do imposto pago por empresas ou indivíduos, o que também pode estimular o investimento e a atividade econômica.

Ao fornecer esses incentivos, os governos esperam atrair investimentos do setor privado e acelerar o desenvolvimento de novas tecnologias, indústrias e infraestrutura. Subsídios e incentivos fiscais são vistos como uma forma de os governos alavancarem recursos.

Um dos destaques observados a partir da experiência internacional, foi o EAct05 (Lei de Política Energética de 2005), dos EUA.

A Lei de Política Energética de 2005 (EAct05) forneceu vários subsídios e incentivos fiscais para apoiar o desenvolvimento do setor nuclear nos Estados Unidos. Alguns dos principais incentivos incluem:

- i. Crédito fiscal de produção: O EAct05 forneceu um crédito fiscal de produção de 1,8 centavos de dólar por quilowatt-hora (kWh) para os primeiros 6.000 MW de nova capacidade nuclear colocada em serviço após 2005. Esse crédito pode ser reivindicado nos primeiros oito anos de operação do novas plantas;
- ii. Garantias de Empréstimos: O EAct05 autorizou o Departamento de Energia (DOE) a emitir garantias de empréstimos para novas usinas nucleares, cobrindo até 80% do custo total do projeto. Isso ajudou a reduzir os custos de financiamento e incentivar o investimento privado em novas usinas nucleares;
- iii. Seguro de Risco Federal: O EAct05 estabeleceu um programa para fornecer seguro de risco federal para novas usinas nucleares. Isso ajudou a reduzir o risco financeiro para os investidores e facilitou a obtenção de financiamento para novas usinas;
- iv. Recuperação de custos: O EAct05 permitiu que os proprietários de usinas nucleares recuperassem seus custos de construção de novas instalações nucleares por meio de uma taxa regulada de retorno sobre o investimento. Isso ajudou a garantir que os custos de novas instalações nucleares fossem repassados aos contribuintes de maneira justa e transparente; e
- v. Depreciação acelerada: O EAct05 permitiu que os proprietários de usinas nucleares usassem a depreciação acelerada para amortizar seus custos de capital mais rapidamente, reduzindo sua carga tributária.

No geral, esses incentivos forneceram um impulso significativo ao setor nuclear nos Estados Unidos, reduzindo os riscos financeiros e incentivando o investimento em novas instalações nucleares.

Os Estados Unidos da América possuem uma orientação mais sistêmica, com um chamado "modelo de apoio híbrido". Significa um foco governamental especial não só para o "quê" (produto) mas também para o "como" (processo). Orientados por um acompanhamento contínuo dos projetos (com equipes exclusivas de apoio) sob a orientação de uma estratégia nacional, que visa explicitamente a disseminação da energia nuclear.

No Brasil, existem algumas leis que visam conceder incentivos fiscais e subsídios ao setor nuclear, porém, de maneira pouco eficiente e não-sistemáticas. Algumas das principais leis identificadas são as seguintes:

- i. A Lei de Política Nacional de Energia Nuclear (Lei nº 10.308/2001): Esta lei estabeleceu as diretrizes para o desenvolvimento das atividades nucleares no Brasil, incluindo a promoção de pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor nuclear, e a provisão de incentivos e subsídios para a construção e operação de usinas nucleares;
- ii. Lei do Regime Tributário Especial do Setor Nuclear (Lei nº 12.058/2009): Esta lei prevê incentivos fiscais e isenções para empresas que atuam no setor nuclear, incluindo isenção de PIS/Cofins e ICMS para aquisição de bens e serviços utilizados em atividades nucleares; e
- iii. Lei do Programa de Desenvolvimento de Usinas Nucleares (Lei nº 12.189/2010): Esta lei institui o Programa de Desenvolvimento de Usinas Nucleares, que visa promover a construção e operação de usinas nucleares no Brasil, bem como o desenvolvimento da indústria de combustível nuclear ciclo e indústrias relacionadas. A lei prevê incentivos fiscais, subsídios e facilidades de financiamento para as empresas que investirem no programa.

O caso brasileiro, apesar de demonstrar ser um projeto bem estruturado, com o intuito de aproveitar as capacidades e recursos do setor nuclear, ou seja, o domínio do ciclo do combustível e as reservas de urânio, também revela oportunidades desperdiçadas pelo país, devido à falta de um planejamento mais consistente e de longo prazo. Dentre as principais razões para as diferenças de eficiência entre as duas experiências, está a falta de coordenação intersetorial na formulação de políticas públicas, aliada à falta de um Plano Nacional (de Estado) para a tecnologia nuclear.

Por sua vez, ao se examinar a experiência do Canadá, evidenciam-se algumas semelhanças entre o quadro institucional nuclear brasileiro e canadense, entre elas: (i) o estabelecimento de um órgão focado somente na regulação, (ii) o envolvimento de Ministérios e órgãos ambientais na política e no licenciamento, respectivamente, e (iii) a existência de organizações federais voltadas a promoção dos usos pacíficos desta tecnologia.

O Quadro 14 apresenta uma comparação da estrutura institucional no setor nuclear entre Canadá e Brasil

Quadro 14 - Equiparação entre os principais atores do setor nuclear brasileiro e canadense.

Canadá	Brasil	Descrição
--------	--------	-----------

Comissão Canadense de Segurança Nuclear (CNSC)	Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN)	Ambas as instituições são responsáveis, em seus países, somente pela regulação do uso de energia e materiais nucleares em busca da segurança ambiental e humana.
Recursos Naturais do Canadá (NRCan)	Ministério de Minas e Energia (MME)	Ambas os Ministérios são responsáveis por desenvolver políticas e programas relacionados à energia nuclear, bem como representam os seus países nas relações internacionais.
Agência de Avaliação de Impacto do Canadá (IAAC)	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)	Ambas as instituições auxiliam o órgão regulador na tomada de decisões sobre o fornecimento de licenciamentos voltados aos usos da tecnologia nuclear.
Energia Atômica do Canadá Limitada (AECL)	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)	Ambas as organizações federais são responsáveis pela promoção dos usos pacíficos da tecnologia nuclear em seus centros de pesquisas, através de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I).

Fonte: elaboração própria, a partir de IAEA (2022c)

Esta comparação também ressalta as divergências institucionais entre o Brasil e Canadá, principalmente, devido ao cenário legislativo brasileiro de um monopólio da União sobre a exploração da tecnologia nuclear. No caso canadense, devido à intensa participação dos agentes privados no setor nuclear, existem algumas instituições voltadas tanto para promoção e organização destas empresas na indústria nuclear canadense quanto para incentivar a cooperação tecnológica por parte das mesmas - Organização das Indústrias Nucleares Canadenses (OCNI), Grupo de Proprietários de CANDU (COG) e Organização de Gerenciamento de Resíduos Nucleares (NWMO), respectivamente.

A comparação reforça a urgência da implementação efetiva da ANSN como o órgão regulador das atividades do setor nuclear. Só assim, como no Canadá, essa autoridade poderá revisar e modernizar os requisitos de segurança e de fiscalização sobre os usos nucleares, afastando a possibilidade de insegurança institucional e, conseqüentemente, permitindo a entrada de agentes privados.

Em suma, o cenário institucional canadense ao propiciar a participação dos agentes privados no setor nuclear é um bom referencial para o Brasil em um cenário de flexibilização do monopólio da União no setor nuclear.

Uma das principais questões decorrentes do processo de flexibilização do monopólio estatal na cadeia nuclear do Reino Unido envolve o significativo intervalo entre a decisão de incorporar o setor privado na operação de ativos de geração elétrica nuclear, em 1988, e a implementação efetiva de tal geração, em 1996. Tal lacuna se deveu a incertezas sobre os custos do descomissionamento e do descarte de resíduos nucleares, resultando no adiamento do processo por anos pelo governo e na criação de duas empresas públicas para o setor que se substituem em menos de oito anos.

Com a estratégia de atrair agentes privados para o setor nuclear, as competências de descomissionamento são redirecionadas. Antes, as competências estavam alocadas na *British Nuclear Fuels Ltd* BNFL, uma empresa pública, sob propriedade do governo do Reino Unido, que prestava serviços desde a manufatura de combustível nuclear até o descomissionamento de usinas e outras instalações nucleares, incluindo a operação de duas usinas e sua conseqüente geração e venda de eletricidade.

Em 2004, a realocação de competências de descomissionamento para a recém-criada *Nuclear Decommissioning Authority* (NDA) inicia uma discussão que leva ao desmembramento da BNFL em 2009 em quatro companhias, cada uma atuando em um ramo diferente.

Importante notar como as partes de pesquisa e descomissionamento foram realocadas diretamente para duas empresas públicas, o *National Nuclear Laboratory* e o *Nuclear Decommissioning Authority*.

A incertezas dos investidores acerca dos custos do descomissionamento foi resolvida apenas com a reestruturação da *British Energy*²², finalizada em janeiro de 2005. Essa reforma considerou tais urgências e alocou 65% do capital em caixa da empresa para o novo *Nuclear Liabilities Fund*, um novo fundo responsável por custos de futuros descomissionamentos.

Parte da questão também se resolveu apenas com o aumento do preço da eletricidade no país, oferecendo à companhia condições mais competitivas de construção de novas plantas nucleares. Foi apenas o governo sinalizar novas construções em 2008 que seu controle se tornou objeto de disputa, levando à transferência societária à *EDF Energy*, que adquiriu a empresa por 12,4 bi de libras e opera até os dias atuais todos os 11 reatores nucleares em seis localidades geradoras ao longo da Inglaterra e da Escócia.

Quadro 15 - Comparação entre stakeholders do setor nuclear do Reino Unido e suas equivalências no setor nuclear brasileiro

Nome da instituição	Categoria institucional	Função e objetivo	Equivalente no Brasil
Department for Energy Security and Net Zero	Ministério de Estado	Manutenção de suprimentos energéticos, coordenação de metas climáticas, infraestrutura e eficiência energética	Ministério das Minas e Energia; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Office for Nuclear Regulation (ONR)	Órgão público regulador, subordinado ao <i>Department for Work and Pensions</i> (equivalente ao Ministério do Trabalho)	Regulador nuclear independente do Reino Unido para segurança nuclear com objetivo de garantir operações nucleares	Agência Nacional de Segurança Nuclear (ANSN)
Nuclear Decommissioning Authority (NDA)	Órgão público do <i>Department for Energy Security and Net Zero</i>	Autoridade com competência de enfrentar os desafios do 'legado nuclear', no descomissionamento, limpeza, segurança eficiência de custos e proteção socioambiental de localidades nucleares, incluindo gerenciamento de resíduos radioativos	Não há órgão semelhante no Brasil
EDF Energy	Empresa pública	Operação de usinas nucleares	Eletronuclear
NNB Genco	Empresa mista (EDF com China General Nuclear)	Construções de novas plantas nucleares	Eletronuclear

²² A empresa foi privatizada em 1996 e ficou responsável pela operação da maior parte das usinas nucleares do país. Em 2003, iniciou um processo de reestruturação.

Westinghouse	Empresa privada	Oferecimento de combustível nuclear, serviço e manutenção, instrumentação, controle e desenho de usinas nucleares	Indústrias Nucleares do Brasil (INB)
National Nuclear Laboratory (NNL)	Empresa pública	Provedor de serviços de tecnologia nuclear, incluindo todo o ciclo nuclear	Indústrias Nucleares do Brasil (INB)
Urenco	Empresa mista com maioria pública, em parceria com Países Baixos	Operador de plantas de enriquecimento de urânio	Indústrias Nucleares do Brasil (INB)
UK Health Security Agency	Agência governamental	Consultoria em questões de radiação	ANSN
Ewmni Eginio	Empresa pública (propriedade do governo do País de Gales)	Implantação de SMRs em <i>Trawsfynydd</i>	Sem equivalente no Brasil
Rolls-Royce SMR	Empresa privada	Desenvolvimento de SMRs	Sem equivalente no Brasil

Fonte: Elaboração própria, a partir de IAEA (2022c)

A meta de longo prazo do governo britânico é aumentar a capacidade instalada de energia nuclear para 24 GW em 2050, estimando-se que irá representar 25% da demanda de energia elétrica do país. Atualmente, o Reino Unido conta com uma parceria empresarial com a *EDF Energy*, empresa que passou para o controle do Estado em função da guerra da Ucrânia. Apesar da saída do Reino Unido da União Europeia, as relações entre os dois países têm se mantido estáveis o suficiente para que os britânicos confiem em seus vizinhos franceses para a operação das instalações nucleares em seu território.

Essa parceria ilustra a complexidade das decisões políticas e econômicas envolvidas no setor nuclear e na gestão de recursos energéticos, demonstrando a necessidade de equilibrar interesses locais e internacionais, bem como garantir a segurança e a sustentabilidade no fornecimento de energia. A experiência do Reino Unido serve como um estudo de caso valioso para a busca brasileira pela diversificação de suas fontes de energia e reavaliação de suas políticas energéticas em um contexto global de redução das emissões de carbono.

Anexo I – Quadros relacionados aos Planos Plurianuais e a Execução Orçamentária da Política Nuclear

Quadro A16: Ações Não Finalísticas Inclusas nos PPAs 2000-2003, 2004-2007 e 2008-2011

Código	Ação
2000	Administração da Unidade
2003	Ações de Informática
2004	Assistência Médica e Odontológica aos Servidores, Empregados e seus Dependentes
2010	Assistência Pré-Escolar aos Dependentes dos Servidores e Empregados
2011	Auxílio-Transporte aos Servidores e Empregados
2012	Auxílio-Alimentação aos Servidores e Empregados
2025	Remuneração de Pessoal Ativo da União e Encargos Sociais
2272	Gestão e Administração do Programa
4572	Capacitação de Servidores Públicos Federais em Processo de Qualificação e Requalificação
4641	Publicidade de Utilidade Pública
0110	Contribuição à Previdência Privada
09HB	Contribuição da União, de suas Autarquias e Fundações para o Custeio do Regime de Previdência dos Servidores Públicos Federais
20CW	Assistência Médica aos Servidores e Empregados - Exames Periódicos

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Quadro A17: Execução Orçamentária do PPA 2000-2003 dos Programas Nucleares²³

PROGRAMA		OBJETIVO	R\$1,00	
			VALOR	
0270	Produção de Componentes e Insumos para a Indústria Nuclear e de Alta Tecnologia	Produzir elementos combustíveis para os reatores e equipamentos das usinas nucleares brasileiras e minerais pesados e óxidos de terras raras para a fabricação de componentes de alta tecnologia	524.806.957,94	
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	*EMPENHO LIQUIDADADO	
1393	Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrifugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica	106.371.554,20	80.211.651,95	
2482	Fabricação do Combustível Nuclear	516.371.696,88	426.820.240,15	
2483	Fabricação de Equipamentos para a Indústria Nuclear	10.467.807,72	8.736.673,19	
2485	Capacitação de Profissionais para as Indústrias Nuclear e Pesada	186.077,00	179.983,27	
2489	Produção de Minerais Pesados e Óxidos de Terras Raras	39.049.823,08	34.033.201,45	
4558	Serviços de Reconversão para Exportação	1.120.848,83	4.640,16	
5432	Complementação das Fábricas Ligadas ao Ciclo do Combustível Nuclear	21.884.108,00	6.377.896,12	
Total da execução orçamentária		695.451.915,70	556.364.286,30	
PROGRAMA		OBJETIVO	VALOR	
			VALOR	
0467	Desenvolvimento Tecnológico na Área Nuclear	Desenvolver conhecimentos em uso de tecnologia nuclear, criando condições para geração de novos produtos e serviços	66.126.994,04	
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	*EMPENHO LIQUIDADADO	
1146	Modernização de Acervo Bibliográfico	112.530,00	-	

²³ Exceto ações não finalísticas. Vide Quadro I – Ações Não Finalísticas.

PROGRAMA		OBJETIVO	VALOR
0467	Desenvolvimento Tecnológico na Área Nuclear	Desenvolver conhecimentos em uso de tecnologia nuclear, criando condições para geração de novos produtos e serviços	66.126.994,04
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	*EMPENHO LIQUIDADADO
1404	Implantação de Instalações e Laboratórios de Pesquisa nas Unidades da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	5.349.070,90	4.458.245,91
2463	Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear	4.170.507,50	3.522.820,29
2472	Cooperação Técnica e Científica Nacional e Internacional na Área Nuclear	766.655,92	487.387,34
2473	Funcionamento dos Laboratórios dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	5.621.943,32	5.440.185,31
2474	Capacitação de Recursos Humanos na Área Nuclear	1.132.584,55	1.104.700,50
2475	Desenvolvimento e Fornecimento de Produtos Tecnológicos na Área Nuclear e correlatas	2.356.273,50	2.312.676,71
2476	Desenvolvimento de Tecnologia de Reatores e Ciclo do Combustível	12.452.770,30	11.928.669,18
2477	Operação e Funcionamento dos Reatores de Pesquisa	6.467.595,00	6.193.503,98
2480	Pesquisa e Desenvolvimento nas Áreas Nuclear e Correlatas nos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	10.062.333,15	8.851.996,95
2481	Desenvolvimento e Fornecimento de Serviços Técnicos Especializados na Área Nuclear e Correlatas	2.243.220,00	2.198.949,20
2492	Sistema de Informações Técnico-Científicas na Área Nuclear e Afins	6.415.497,90	6.053.747,10
2961	Desenvolvimento e Fornecimento de Tecnologias Nucleares para o Setor Produtivo	6.693.028,46	5.761.019,38
Total da execução orçamentária		63.844.010,50	58.313.901,84

PROGRAMA		OBJETIVO	VALOR
0469	Aplicações Nucleares na Área Médica	Contribuir para o atendimento da demanda nacional de produtos e técnicas nucleares para diagnóstico e tratamento terapêutico	46.507.150,00
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	*EMPENHO LIQUIDADADO
1403	Implantação de Unidades de Processamento de Radioisótopos Especiais	416.564,00	411.169,82
1405	Ampliação das Instalações e da Capacidade de Produção de Radioisótopos e Radiofármacos	4.729.322,20	4.000.564,81
2478	Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica	71.468.357,33	69.538.666,43
2479	Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos para a Área Médica	544.782,00	533.904,19
Total da execução orçamentária		77.159.025,53	74.484.305,25

PROGRAMA		OBJETIVO	VALOR
0504	Segurança Nuclear	Garantir a segurança das atividades nucleares em todo o seu ciclo, desde a pesquisa e desenvolvimento até a aplicação e rejeitos, bem como do pessoal, da população e do meio ambiente	58.669.190,53
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	*EMPENHO LIQUIDADADO
1269	Implementação do Sistema de Controle de Radiações Ionizantes Usadas em Diagnóstico e Odontologia	53.835,00	44.804,89
1392	Implantação do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN- NE)	21.624.300,00	18.828.279,14
1395	Construção e Adaptação de Abrigos Públicos e de Instalações de Saúde	522.564,00	373.715,19
1396	Implantação de Sistemas de Proteção Física em Instalações Nucleares	1.245.941,00	1.115.155,51
1397	Implantação da Infraestrutura Necessária À Resposta a Uma Emergência Nuclear	217.735,00	32.816,32
1401	Reforma das Instalações de Rejeitos Radioativos	3.723.311,45	2.704.219,39
1402	Construção do Laboratório de Segurança Radiológica	52.985,00	42.529,26
1407	Ampliação e Modernização dos Laboratórios de Radioproteção, Segurança e Salvaguardas	3.695.351,75	2.985.984,06
2464	Armazenamento Intermediário de Rejeitos Radioativos de Baixo ou Médio Nível de Radiação	4.932.506,50	3.506.854,80
2466	Licenciamento, Inspeção e Controle de Instalações e Atividades com Materiais Nucleares e Radioativos	14.341.644,24	9.393.382,54
2467	Metrologia das Radiações Ionizantes	1.393.505,50	1.180.975,25
2468	Atendimento a Emergências Radiológicas e Nucleares	662.822,16	565.552,13
2469	Controle de Radioproteção e Dosimetria	5.825.788,50	5.304.464,68

PROGRAMA		OBJETIVO	VALOR	
0504	Segurança Nuclear	Garantir a segurança das atividades nucleares em todo o seu ciclo, desde a pesquisa e desenvolvimento até a aplicação e rejeitos, bem como do pessoal, da população e do meio ambiente	58.669.190,53	
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA			DOTAÇÃO ATUAL	*EMPENHO LIQUIDADO
2470	Regulamentação do Sistema de Proteção do Programa Nuclear Brasileiro - Sipron e Elaboração de Normas Nucleares e Radiológicas		36.453,68	11.656,58
2471	Salvaguardas e Proteção Física de Materiais Nucleares		213.380,30	159.690,84
2491	Serviço de Monitoração e Preservação Ambiental		14.648.480,06	9.083.389,36
2496	Exercícios de Resposta a uma Emergência Nuclear		1.232.855,01	783.439,26
2497	Capacitação de Recursos Humanos em Segurança Nuclear		476.950,59	298.131,41
2498	Inspeção de Instalações Nucleares		32.046,00	20.111,63
2499	Ações de Esclarecimento Sobre Energia Nuclear		467.229,40	290.596,09
Total da execução orçamentária			75.399.685,14	56.725.748,33

Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

*Inclusive RAP não processado.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Quadro A18: Execução Orçamentária do PPA 2004-2007 dos Programas Nucleares²⁴

R\$1,00

PROGRAMA / OBJETIVO		PPA 2004 - 2007		PPA 2008 - 2011	
1113	Nacional de Atividades Nucleares	1.706.525.078,04		2.466.851.849,04	
	Assegurar o uso pacífico e seguro da energia nuclear, desenvolver ciência e tecnologia nuclear e correlatas para a medicina, indústria, agricultura, meio ambiente e geração de energia e atender ao mercado de equipamentos, componentes e insumos para indústria nuclear e de alta tecnologia				
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*	DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*
0876	Apoio aos Centros de Gerenciamento para Resposta a uma Emergência Nuclear	106.645,00	35.154,01		
0888	Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear	839.280,00	839.280,00		
1392	Implantação do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN- NE)	23.259.647,00	23.104.937,00		
1393	Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrifugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica	109.494.416,47	99.388.305,83	147.359.261,98	141.889.575,27
1395	Construção e Adaptação de Abrigos Públicos e de Instalações de Saúde	348.774,00	320.387,00		
1401	Reforma das Instalações de Rejeitos Radioativos	1.860.397,52	1.804.677,75		
1404	Implantação de Instalações e Laboratórios de Pesquisa nas Unidades da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	17.779.505,40	16.102.766,74		
1405	Ampliação das Instalações e da Capacidade de Produção de Radioisótopos e Radiofármacos	1.493.030,00	1.482.365,09		
1407	Ampliação e Modernização dos Laboratórios de Radioproteção, Segurança e Salvaguardas	1.545.900,00	1.404.100,29		
1131	Implantação de Unidades de Produção de Radioisótopos	1.880.280,00	1.880.280,00	7.317.600,00	7.052.850,00
2463	Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear	21.273.059,68	21.251.516,07	9.972.212,64	9.585.440,82

²⁴ Exceto ações não finalísticas. Vide Quadro I – Ações Não Finalísticas.

PROGRAMA / OBJETIVO		PPA 2004 - 2007		PPA 2008 - 2011	
1113	Nacional de Atividades Nucleares	1.706.525.078,04		2.466.851.849,04	
	Assegurar o uso pacífico e seguro da energia nuclear, desenvolver ciência e tecnologia nuclear e correlatas para a medicina, indústria, agricultura, meio ambiente e geração de energia e atender ao mercado de equipamentos, componentes e insumos para indústria nuclear e de alta tecnologia				
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*	DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*
2464	Armazenamento Intermediário de Rejeitos Radioativos de Baixo ou Médio Nível de Radiação	10.555.770,08	9.889.737,27	9.666.311,84	8.987.972,02
2466	Licenciamento, Inspeção e Controle de Instalações e Atividades com Materiais Nucleares e Radioativos	17.836.352,71	14.997.041,95	25.951.110,31	21.015.246,30
2467	Metrologia das Radiações Ionizantes	3.125.946,00	2.803.192,54	5.482.320,48	5.029.516,12
2468	Atendimento a Emergências Radiológicas e Nucleares	1.304.870,20	1.262.907,63	1.700.888,39	1.414.843,97
2469	Controle de Radioproteção e Dosimetria	4.469.165,33	4.096.570,76	13.458.549,70	11.872.184,86
2471	Salvaguardas e Proteção Física de Materiais Nucleares	2.251.630,00	1.895.436,74	2.314.242,99	2.013.753,51
2472	Cooperação Técnica e Científica Nacional e Internacional na Área Nuclear	107.600,00	85.654,99		
2473	Funcionamento dos Laboratórios dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	34.182.117,27	33.976.904,68	69.614.287,45	67.662.388,71
2476	Desenvolvimento de Tecnologia de Reatores e Ciclo do Combustível	2.024.721,04	2.007.007,69		
2477	Operação e Funcionamento dos Reatores de Pesquisa	3.241.435,00	3.211.978,58		
2478	Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica	151.401.769,07	142.599.944,39	252.148.367,88	230.832.382,10
2480	Pesquisa e Desenvolvimento nas Áreas Nuclear e Correlatas nos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	2.184.280,00	1.840.125,41		
2482	Fabricação do Combustível Nuclear	950.151.930,51	797.583.064,94	1.420.006.034,69	1.204.228.064,16
2485	Capacitação de Profissionais para as Indústrias Nuclear e Pesada	2.105.260,00	848.042,30	3.075.117,09	3.009.647,55
2489	Produção de Minerais Pesados e Óxidos de Terras Raras	87.385.773,45	67.130.984,51	51.889.703,15	47.328.518,33
2492	Sistema de Informações Técnico-Científicas na Área Nuclear e Afins	7.953.078,75	7.813.887,18		
2496	Exercícios de Resposta a uma Emergência Nuclear	607.876,50	472.626,32		
2497	Capacitação de Recursos Humanos em Segurança Nuclear	234.619,00	118.648,72		
2961	Desenvolvimento e Fornecimento de Tecnologias Nucleares para o Setor Produtivo	10.777.339,15	8.821.266,62	12.214.176,65	11.209.383,60
2B27	Proteção e Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro	1.287.120,00	1.252.654,36	6.107.545,00	3.001.037,32
2B32	Formação Especializada em Ciência e Tecnologia na Área Nuclear	1.184.376,00	855.588,89	9.776.657,10	7.870.597,02
2C82	Manutenção de Abrigos Públicos e de Instalações de Saúde	94.014,00	94.014,00		
2E08	Aquisição de Equipamentos para Implantação de Técnicas de Dosimetria Termoluminescente Nacional - CDTN - Belo Horizonte-MG	211.380,00	211.380,00		
4930	Fabricação de Equipamentos para as Indústrias Nuclear e Pesada de Alta Tecnologia	227.993.599,40	149.741.831,47	336.824.666,98	322.723.959,76

PROGRAMA / OBJETIVO		PPA 2004 - 2007		PPA 2008 - 2011	
1113	Nacional de Atividades Nucleares	1.706.525.078,04		2.466.851.849,04	
	Assegurar o uso pacífico e seguro da energia nuclear, desenvolver ciência e tecnologia nuclear e correlatas para a medicina, indústria, agricultura, meio ambiente e geração de energia e atender ao mercado de equipamentos, componentes e insumos para indústria nuclear e de alta tecnologia				
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*	DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*
6228	Pesquisa e Desenvolvimento em Fusão Termonuclear Controlada			2.862.035,00	1.996.986,99
6535	Desenvolvimento e fomento em ações estratégicas na área nuclear	215.200,00	215.200,00		
6833	Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Nucleares e em Aplicações de Radiações Ionizantes	19.034.599,61	17.150.759,05	68.521.528,84	60.283.034,65
6855	Proteção Física em Instalações Nucleares	225.948,96	225.835,77		
Total da execução orçamentária		1.722.028.707,09	1.438.816.056,53	2.456.262.618,16	2.169.007.383,04

Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

*Inclusive RAP não processado.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Quadro A19: Execução Orçamentária do PPA 2012 - 2015 dos Programas Nucleares

PROGRAMA / OBJETIVO		R\$1,00	
		VALOR	
2059	POLÍTICA NUCLEAR	4.138.635.240,60	
0323 - Aumentar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos no país, para ampliar o acesso à medicina nuclear pela população brasileira			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*
12P1	Implantação do Reator Multipropósito Brasileiro	34.082.400,44	3.770.634,50
2478	Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica	393.545.941,98	386.289.855,21
Total da execução do objetivo		427.628.342,42	390.060.489,70
0325 - Expandir e implantar, em escala capaz de suprir a demanda nacional, o ciclo completo para produção do combustível nuclear			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*
1393	Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrífugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica	200.103.434,60	158.813.948,10
13CP	Ampliação da Unidade de Concentração de Urânio em Caetité no Estado da Bahia	103.136.589,42	12.232.751,75
13CQ	Ampliação do Parque Industrial de Resende no Estado do Rio de Janeiro	14.378.300,35	11.237.960,00
13CR	Implantação da Usina de Conversão de Urânio	24.522.659,80	9.140.384,76
13CS	Implantação da Fábrica de Tubos de Ligas Especiais Extrudados em Resende no Estado do Rio de Janeiro	3.828.287,15	-
2012	Prospecção e Pesquisa de Minérios Radioativos em Território Nacional	17.043.815,29	4.993.673,21
2013	Descomissionamento de Unidades Mínero-Industriais de Material Radioativo com Recuperação de Áreas Degradadas	38.490.950,32	20.046.622,58
2482	Fabricação do Combustível Nuclear	1.929.290.061,34	1.735.129.897,10
Total da execução do objetivo		2.330.794.098,26	1.951.595.237,51
0326 - Implantar programa de formação especializada do setor nuclear, envolvendo universidades e centros tecnológicos, voltados para os segmentos de pesquisa avançada, desenvolvimento tecnológico e indústria nuclear			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADO*
2B32	Formação Especializada em Ciência e Tecnologia na Área Nuclear	17.132.786,00	15.347.582,98
Total da execução do objetivo		17.132.786,00	15.347.582,98
0327 - Fortalecer o sistema de regulação nuclear para garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear e das radiações ionizantes no país			

PROGRAMA / OBJETIVO			VALOR
2059	POLÍTICA NUCLEAR		4.138.635.240,60
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADADO *
20UW	Segurança Nuclear, Controle de Material Nuclear e Proteção Física de Instalações Nucleares e Radiativas	29.903.755,28	28.127.777,89
2466	Licenciamento, Inspeção e Controle de Instalações e Atividades com Materiais Nucleares e Radioativos	6.652.990,21	4.265.696,39
2471	Salvaguardas e Proteção Física de Materiais Nucleares	509.469,31	443.407,02
Total da execução do objetivo		37.066.214,80	32.836.881,30
0328 - Desenvolver a tecnologia nuclear e suas aplicações para atender aos diversos usos na área civil			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADADO*
13CN	Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear	1.395.385,99	350.032,55
20UX	Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares	94.243.001,93	91.714.156,90
20UY	Radioproteção, Dosimetria e Metrologia das Radiações Ionizantes	21.335.756,45	19.440.839,87
2463	Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear	12.380.022,77	10.069.650,57
2467	Metrologia das Radiações Ionizantes	1.693.440,00	1.354.779,86
2469	Controle de Radioproteção e Dosimetria	4.445.280,00	4.131.085,82
2473	Funcionamento dos Laboratórios dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN	22.685.314,83	21.337.424,35
2961	Desenvolvimento e Fornecimento de Tecnologias Nucleares para o Setor Produtivo	4.233.600,00	3.885.653,28
6228	Pesquisa e Desenvolvimento em Fusão Termonuclear Controlada	285.768,00	142.425,18
6833	Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências e Tecnologias Nucleares e em Aplicações de Radiações Ionizantes	12.892.982,16	11.912.804,16
Total da execução do objetivo		175.590.552,12	164.338.852,54
0329 - Identificar e definir soluções para a deposição definitiva dos rejeitos radioativos de média e baixa atividade, visando a proteção da população e do meio ambiente			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADADO*
13CM	Implantação do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental - CENTENA	12.309.872,43	1.966.188,85
2464	Armazenamento Intermediário de Rejeitos Radioativos de Baixo ou Médio Nível de Radiação	6.513.615,25	5.717.461,04
Total da execução do objetivo		18.823.487,68	7.683.649,89
0573 - Aprimorar as atividades de proteção ao programa nuclear e o atendimento a emergências radiológicas e nucleares.			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADADO*
2468	Atendimento a Emergências Radiológicas e Nucleares	2.746.917,80	2.512.068,80
2B27	Proteção e Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro	4.352.423,89	3.455.902,39
Total da execução do objetivo		7.099.341,69	5.967.971,19
Total da execução orçamentária		3.014.134.822,96	2.567.830.665,12

Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

*Inclusive RAP não processado.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Quadro A20: Execução Orçamentária do PPA 2016 - 2019 dos Programas Nucleares

PROGRAMA / OBJETIVO			R\$1,00 VALOR**
2059	POLÍTICA NUCLEAR		3.369.240.746,46
0323 - Aumentar o fornecimento e a capacidade de produção de radioisótopos e radiofármacos no país, para ampliar o acesso à medicina nuclear pela população brasileira			
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL	EMPENHO LIQUIDADADO*
12P1	Implantação do Reator Multipropósito Brasileiro	142.326.735,26	109.539.680,96
2478	Produção de Substâncias Radioativas para a Área Médica	565.029.900,45	526.196.455,58

PROGRAMA / OBJETIVO		VALOR**
2059	POLÍTICA NUCLEAR	3.369.240.746,46
Total da execução do objetivo		707.356.635,71
0325 - Expandir e implantar, em escala capaz de suprir a demanda nacional, o ciclo completo para produção do combustível nuclear		
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL
EMPENHO LIQUIDADO*		
1393	Implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrifugas - Unidade Tecnológica de Separação Isotópica	187.529.781,76
13CP	Ampliação da Unidade de Concentração de Urânio em Caetité no Estado da Bahia	90.678.341,57
13CR	Implantação da Usina de Conversão de Urânio	3.096.182,53
20I3	Descomissionamento de Unidades Mínero-Industriais de Material Radioativo com Recuperação de Áreas Degradadas	26.868.479,94
2482	Fabricação do Combustível Nuclear	1.827.131.834,68
Total da execução do objetivo		2.135.304.620,48
0327 - Fortalecer o sistema de regulação nuclear para garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear e das radiações ionizantes no país		
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL
EMPENHO LIQUIDADO*		
20UW	Segurança Nuclear, Controle de Material Nuclear e Proteção Física de Instalações Nucleares e Radiativas	40.926.067,74
Total da execução do objetivo		40.926.067,74
0328 - Desenvolver a tecnologia nuclear e suas aplicações para atender aos diversos usos na área civil		
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL
EMPENHO LIQUIDADO*		
13CN	Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear	238.555,89
20UX	Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares	168.589.550,48
215N	Prestação de Serviços Tecnológicos	3.751.496,85
2463	Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear	906.422,81
2B32	Formação Especializada em Ciência e Tecnologia na Área Nuclear	17.586.916,85
Total da execução do objetivo		191.072.942,89
1068 - Fortalecer as atividades de proteção do público, dos trabalhadores e do meio ambiente por meio de ações de proteção radiológica, gerenciamento de rejeitos radioativos e resposta a situações de emergência.		
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL
EMPENHO LIQUIDADO*		
13CM	Implantação do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental - CENTENA	2.070.109,82
215M	Proteção Radiológica	5.554.533,81
218E	Armazenamento de Rejeitos Radiativos e Proteção Radiológica	1.650.961,39
2B27	Proteção e Desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro	2.578.860,92
Total da execução do objetivo		11.854.465,94
1081 - Produzir equipamentos pesados para as indústrias nuclear e de alta tecnologia, mantendo a capacidade nacional no setor.		
AÇÃO ORÇAMENTÁRIA		DOTAÇÃO ATUAL
EMPENHO LIQUIDADO*		
20V1	Fabricação de Equipamentos Pesados para as Indústrias Nuclear e de Alta Tecnologia	284.487.205,23
Total da execução do objetivo		284.487.205,23
Total da execução orçamentária		3.371.001.937,99

Valores de referência deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

*A execução se refere a empenhos liquidados, inclusive RPNP.

**Valor da Lei nº 13.249/2016, que institui o PPA 2016-2019, atualizado em 2019, deflacionado pelo IPCA de maio/2022.

Fontes: SIOP e <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>.

Quadro A21: Contribuições a Organismos Nacionais e Internacionais de Cooperações Técnicas e Científicas no Setor Nuclear – 2000 a 2021

R\$1,00

Ação Orçamentária		Dotação	Liquidado*
0111	Contribuição À Las-latin Section American Of The American Nuclear Society	2.542,89	2.542,89
0112	Contribuição ao Japan Atomic e Industrial Forum	1.776,03	1.776,03
0113	Contribuição À International Atomic Energy Agency	122.965.901,55	114.731.389,08
0116	Contribuição À Latin American Society / American Nuclear	2.177,35	-
0869	Contribuição à Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA (MRE)	464.066.124,10	423.146.835,00
2472	Cooperação Técnica e Científica Nacional e Internacional	874.255,92	573.042,33
00BC	Contribuição à Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares - ABACC (MRE)	102.580.295,06	99.888.194,74
00BG	Contribuição à Comissão Preparatória da Organização do Tratado de Proibição Completa de Testes Nucleares - CTBTO (MRE)	169.043.503,97	149.958.693,01
00BR	Contribuição à Organização para a Proscrição de Armas Nucleares na América Latina - OPANAL (MRE)	1.249.874,54	966.922,33
00OR	Contribuição à Associação Brasileira de Energia Nuclear - ABEN	507.192,77	386.606,72
00OS	Contribuição Latin American Section/American Nuclear Society - LAS/ANS	21.696,00	21.696,00
6147	Cooperação Internacional em Ciência, Tecnologia e Inovação	5.245.210,00	5.245.210,00
Total da execução orçamentária		866.560.550,17	794.922.908,13

Valores deflacionados pelo IPCA de maio/2022. Elaboração: SOF.

*Inclusive RAP não processado. Fonte: SIOP.

Anexo II – Quadros as ações e atividades desempenhas pela CNEN

Tabela 10 - Ações orçamentárias do PPA 2020-2023 no âmbito da CNEN

Ações Orçamentárias	Meta física da ação orçamentária					Quanto da meta foi alcançado (%)			
	Produto	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
12P1 – Implantação do Reator Multipropósito Brasileiro	Empreendimento implantado – percentual	1	1	1	1	100	100	100	
13CM – Implantação do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental (CENTENA)	Empreendimento implantado - percentual	1	1	1	1	100	100	100	
13CN – Implantação do Laboratório de Fusão Nuclear	Empreendimento implantado - percentual	1	0	1	1	100	--	100	
20UW – Segurança Nuclear, Controle de Material Nuclear e Proteção Física de Instalações Nucleares e Radiativas	Instalação Controlada – unidade	5.369	6.057	6.500	XXXX	115,18	112,28	107,77	
20UX – Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares	Publicação indexada – unidade	300	354	300	300	160,33	144,90	103,33	
20UY – Radioproteção, Dosimetria e Metrologia das Radiações Ionizantes	Serviço executado – unidade	XXXX	XXXX	10	10	XXXX	XXXX	100	
215N – Prestação de Serviços Tecnológicos	Serviço prestado – unidade	12.000	11.280	10.000	10.000	66,67	87,06	100	
218E – Armazenamento de Rejeitos Radioativos e Proteção Radiológica	Rejeito armazenado – terabecquerel	1.150	1.181	1.150	1.150	76,52	100	100	

2478 – Produção e Fornecimento de Radiofármacos no País	Radiofármaco produzido – milicurie	20.000.000	13.040.594	20.000.000	16.000.000	94	151,77	102,90	
2B32 – Formação Especializada para o Setor Nuclear	Profissional formado – unidade	200	235	200	180	97,50	74,47	103,50	
21DM – Cooperação Internacional, Assessoria Técnica, Representação Institucional e Coordenação da Agenda de Assuntos Internacionais da CNEN	Atividade realizada – unidade	XXXX	XXXX	4	4	XXXX	XXXX	100	

Fonte: CNEN.

Unidade	Objetivos - PNB	Resumo das Ações e atividades vinculadas ao objetivo, desenvolvidas pela Unidade	Relação com as Ações Orçamentárias estabelecidas no PPA 2020-2023.	Situação atual (Em andamento / Finalizada)	Óbices / Desafios	Propostas para melhoria dos resultados obtidos	País possui autonomia tecnológica (S/N)	O país deve buscar autonomia tecnológica ou é mais vantajoso manter a dependência internacional?	Indicadores	Início - Término
---------	-----------------	--	--	--	-------------------	--	---	--	-------------	------------------

CDTN	I - Preservar o domínio da tecnologia nuclear no País;	01. Planejar os processos finalísticos em aderência ao Plano de Orientações Estratégicas da CNEN. 02. Focar as ações de PD&I em áreas estratégicas, desenvolvendo projetos relevantes e agregadores. 03. Utilização do Reator TRIGA em pesquisa, experimentos e treinamentos. 05. Pesquisa, desenvolvimento e inovação aplicados ao RMB.	12P1 - 20UX 218E	Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;	Aumentar os recursos humanos e financeiros.	N	S	01. Políticas estabelecidas (4) , portfólio atualizado e PGC desenvolvido. 02. 100% de conclusão da atividade do GARNIOTER 03. Infraestrutura disponibilizada (TRIGA) 04. Depósito de pedido de patente (DMC)	2019 - 2023
	III - garantir o uso seguro da tecnologia nuclear e fortalecer as atividades relacionadas com o planejamento, a resposta a situações de emergência e eventos relacionados com a segurança nuclear e a proteção física das instalações nucleares;	Promoção da cultura de segurança nuclear e radiológica através: • da garantia do atendimento às exigências de licenciamento para as instalações do CDTN; e • do aprimoramento da cultura de segurança em âmbito local e regional	218E - 20UY	Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;	Aumentar os recursos humanos e financeiros	S	N	01. Número de instalações licenciadas. 02. Número de treinamentos realizados. 03. Planos aprovados 04. Cursos ofertados	2019 - 2023

<p>IV - promover a conscientização da sociedade brasileira, de forma transparente, a respeito dos benefícios do uso da tecnologia nuclear e das medidas que permitam o seu emprego de forma segura;</p>	<p>01. Executar o Plano de Comunicação, observando as necessidades do público-alvo, como ferramenta para melhorar a imagem do CDTN. 02. Participar de feiras e exposições para divulgação das competências institucionais.</p>	<p>20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Manter equipe de comunicação composta por servidores concursados</p>		<p>S</p>		<p>01.Homepage atualizada. 02. Número de participações em eventos de grande alcance</p>	<p>2019-2023</p>
<p>V - ampliar o uso médico da tecnologia nuclear como ferramenta para a melhoria da saúde da população;</p>	<p>Desenvolver e disponibilizar novos produtos e serviços para a área da saúde</p>	<p>20UY - 2478 - 215N</p>	<p>Em andamento</p>	<p>01: Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal; 02: A CNEN não encontrou ainda uma solução para a manutenção da produção sustentável de radiofármacos.</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>N</p>	<p>S</p>	<p>01. Número de novos radiofármacos disponibilizados. 02. Número de acordo de parceria estabelecido (1). 03. Número de serviços disponibilizados</p>	<p>2019-2023</p>

IX - promover a cooperação entre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação da área nuclear e os usuários dessa tecnologia;	01. Empreender ações de divulgação e relacionamento com setores de interesse para o CDTN 02. Buscar representação nos órgãos governamentais, empresariais e sociais em áreas de atuação estratégica do CDTN	20UX	Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;				01. Número de eventos temáticos promovidos. 02. Plano de ação elaborado	2019 - 2023
XI - incentivar a produção nacional de minérios nucleares e de seus subprodutos, inclusive nas ocorrências associadas a outros bens minerais, com vistas ao atendimento da demanda interna e das exportações;	01. Determinar a origem dos minérios e elaborar modelos de prospecção, com ênfase em mineralizações de elementos estratégicos, a exemplo de U, Th, terras raras, Li e Sn. 02. Desenvolvimento e otimização de processos de concentração física e química de minérios radioativos, estratégicos e convencionais, 03. Desenvolver processos que possibilitem significativas vantagens frente às rotas tradicionais de produção de ímãs de terras raras	20UX 215N	Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;	Aumentar os recursos humanos e financeiros.	S	N	01. Número de artigos publicados, de participação em congressos e de pessoas formadas. 02. Número de processos desenvolvidos. 03. Número de parcerias consolidadas.	Contínuo

<p>XV - incentivar a formação continuada de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear e a sua fixação nesse setor;</p>	<p>Promover processos de formação especializada</p>	<p>2832</p>	<p>Em andamento</p>					<p>01. Nota da Capes alcançada. 02. Número de cursos ofertados 03. Número de bolsas ofertadas</p>	<p>2019 - 2023</p>
<p>XVII - estimular a capacitação técnico-científica e industrial compatível com as necessidades do setor nuclear;</p>	<p>01. Ampliar a capacidade do CDTN nas aplicações de traçadores nos processos industriais, no meio ambiente e na agricultura. 02. Desenvolver e aplicar métodos e técnicas para avaliar impactos ambientais e radiológicos em solos, águas e sedimentos, devido a fontes geogênicas e antropogênicas 03. Realizar estudos com aerossóis e seus impactos ambientais, radiológicos e na saúde humana 04. Estudos meteorológicos/ climatológicos para avaliação de impactos ambientais e radiológicos no CDTN e vizinhança 05. Utilização de</p>	<p>20UX 215N</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>S</p>		<p>01. Número de artigos publicados, de participação em congressos. 02. Número de processos desenvolvidos. 03. Número de parcerias consolidadas. 04. Número de pessoas capacitadas. 05. Número de laboratórios disponibilizados.</p>	<p>Contínuo</p>

	<p>técnicas nucleares, isótopos estáveis e técnicas convencionais em estudos atmosféricos para identificação de fontes de poluição e seus impactos ambientais e na saúde humana</p> <p>06. Desenvolver, difundir e aplicar métodos e técnicas de traçadores e de isótopos ambientais em estudos integrados de água subterrânea e de superfície</p> <p>07. Realizar pesquisa e desenvolvimento em química e radioquímica,</p> <p>08. Desenvolver e implantar métodos de análises isotópicas, utilizando as técnicas de enriquecimento eletrolítico, espectrometria de massas de razão isotópica e espectroscopia de absorção a laser</p>							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

	<p>XVIII - incentivar o planejamento e a execução de projetos destinados ao setor nuclear, com vistas a garantir a fixação e a otimização do capital intelectual formado no País; e</p>	<p>01. Realizar pesquisa e desenvolvimento de metodologias, técnicas e procedimentos para análise do comportamento mecânico e estrutural dos materiais e componentes nucleares ou convencionais, envolvendo as seguintes áreas: Análise de Tensões, Ensaio Não Destrutivo, Fadiga, Comportamento Mecânico e à fratura 02. Desenvolver processos de obtenção e caracterização de materiais avançados metálicos e cerâmicos, com aplicações nas áreas nuclear e correlatas 03. Investigar os processos e fenômenos de superfície de sólidos, metais, ligas e compósitos, visando a resolução de problemas científicos e tecnológicos, tais como proteção de superfície, corrosão, catálise, crescimento de filmes e películas</p>	<p>20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>A dificuldade de recomposição da força de trabalho nos próximos anos.</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>S</p>		<p>01. Número de artigos publicados, de participação em congressos e de pessoas formadas. 02. Número de processos desenvolvidos. 03. Número de parcerias consolidadas.</p>	<p>Contínuo</p>
--	---	---	-------------	---------------------	--	--	----------	--	--	-----------------

<p>XIX - garantir o gerenciamento seguro dos rejeitos radioativos.</p>	<p>01. Implantação de tecnologias para tratamento e deposição de rejeitos radioativos e aproveitamento de resíduos da mineração. 02. Executar a concepção, a construção, o licenciamento e o comissionamento do repositório nacional para rejeitos de baixo e médio nível de radiação.</p>	<p>20UX 13CM</p>	<p>Em andamento</p>	<p>A dificuldade de recomposição da força de trabalho nos próximos anos.</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>S</p>		<p>01. número de metodologias desenvolvidas/aprimoradas 02. número de artigos publicados, de participação em congressos e de pessoas formadas. 03. Implantação do CENTENA em 2027</p>	<p>01. Atividades contínuas 02. CENTENA : 2019- 2027</p>
<p>VII - estimular a transferência da tecnologia criada nas instituições científicas, tecnológicas e de inovação para a indústria nacional.</p>	<p>01. Investigar as propriedades de materiais avançados por meio de técnicas de caracterização de superfície, interface e volume. 02. Investigar as propriedades de nanoestruturas magnéticas, na forma de volume e filmes, obtidos por rotas químicas, pulverização catódica (sputtering) e epitaxia por feixe molecular 03. Processamento químico e caracterização de materiais de carbono, em especial de materiais nanoestruturados como nanotubos e grafenos, visando a modificação de diversas propriedades</p>	<p>20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>		<p>S</p>		<p>01. Número de artigos publicados, de participação em congressos e de pessoas formadas. 02. Número depósito de pedido de patente. 03. Número de parcerias consolidadas. 04. Número de laboratórios disponibilizados.</p>	<p>Contínuo</p>

		para suprir estudos de ciência básica e aplicada baseados nestes nanomateriais. 04. Desenvolver novos polímeros eletro/fotoluminescentes e cristais termoluminescentes								
CRCN-NE	I - preservar o domínio da tecnologia nuclear no País;	01. Planejar e executar os processos finalísticos em aderência ao Plano de Orientações Estratégicas da CNEN. 02. Focar as ações de PD&I em áreas estratégicas, desenvolvendo projetos relevantes e agregadores. 03. Pesquisa, desenvolvimento e inovação aplicados ao desenvolvimento e à aplicação de instrumentação nuclear.	20UX	Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;	Aumentar os recursos humanos e financeiros.	N	S	I01 - Processos finalísticos realizados (n = 7). I02 - Ações prioritárias definidas (n = 3). I03 - Pesquisas realizadas (n = 10).	D01 - Atividade contínua. D02 - Anualmente. D03 - Atividade contínua.

<p>II - atender às decisões futuras do setor energético quanto ao fornecimento de energia limpa e firme, por meio da geração nucleoeletrica;</p>	<p>01. Analisar sistemas de geração nucleoeletrica; 02. Estudos de Reatores SMR visando a independência e a segurança energética</p>	<p>20UX, 2832</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>N</p>	<p>S</p>	<p>I01 - Sistemas analisados (n = 3). I02 - Estudos realizados (n = 5).</p>	<p>D01 - Atividade contínua. D02 - Atividade contínua.</p>
<p>III - garantir o uso seguro da tecnologia nuclear e fortalecer as atividades relacionadas com o planejamento, a resposta a situações de emergência e eventos relacionados com a segurança nuclear e a proteção física das instalações nucleares;</p>	<p>Promover a cultura de segurança nuclear e radiológica por meio da: • do licenciamento para as instalações do CRCN-NE; • do treinamento na cultura de segurança em âmbito local e regional; • da disponibilização de infraestrutura e pessoal qualificado para o atendimento a situações de emergência.</p>		<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>		<p>S</p>	<p>N</p>	<p>I01a - Instalações licenciadas (n = 6); I01b - Treinamentos realizados (n = 2); I01c - Emergências atendidas (n = 1, ao menos);</p>	<p>D01a - Final de 2024; D01b - Contínua; D01c - Contínua;</p>

IV - promover a conscientização da sociedade brasileira, de forma transparente, a respeito dos benefícios do uso da tecnologia nuclear e das medidas que permitam o seu emprego de forma segura;	01. Executar o Plano de Comunicação de acordo com as necessidades do público-alvo para melhorar a imagem do CRCN-NE. 02. Participar de feiras e exposições para divulgação das competências institucionais.		Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;		S		I01 - Atividades realizadas (n = 4). I02 - Feiras e exposições (n = 2).	D01- Anualmente. D02 - Anualmente.
V - ampliar o uso médico da tecnologia nuclear como ferramenta para a melhoria da saúde da população;	Desenvolver e disponibilizar novos produtos e serviços para a área da saúde	20UX, 2478	Em andamento	01: Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal 02: Prospecção de novos radiofármacos e demanda de ensaios pré-clínicos	Aumentar os recursos humanos e financeiros.	N	S	Produtos e serviços desenvolvidos (n = 2)	Contínuo
VI - reforçar o posicionamento do País em favor do desarmamento e da não proliferação de artefatos nucleares;	Desenvolver e aplicar métodos analíticos para a quantificação de radionuclídeos tipicamente utilizados em artefatos nucleares.	20UX	Em planejamento	01: Ausência de expertise na região Nordeste do Brasil	Aumentar os recursos humanos e financeiros.	N	S	Método analítico desenvolvido, implementado ou em rotina (n = 1)	Anualmente

VII - atualizar e manter a estrutura do setor nuclear, observadas as áreas de atuação de seus órgãos componentes, com vistas a garantir a sua integração, eficácia e eficiência, além de evitar a sobreposição de competências e o acúmulo de atribuições conflitantes;	Equalizar o relacionamento interinstitucional com o Departamento de Energia Nuclear para a atualização e manutenção da estrutura do setor nuclear em Pernambuco		Em planejamento	01: Definição das atividades conjuntas, individuais e mútuas para diferentes departamentos do setor nuclear	Facilitar a interlocução entre as instituições	S	S	Reunião/Workshop realizado (n = 1)	Anualmente
IX - promover a cooperação entre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação da área nuclear e os usuários dessa tecnologia;	01. Divulgar as atividades do CRCN-NE quanto aos setores de interesse da sociedade 02. Buscar parcerias em órgãos governamentais, empresariais, estaduais e municipais em áreas de atuação estratégica do CRCN-NE		Em andamento	Prospecção dos setores de interesse da sociedade Aumento do grau de confiança para o estabelecimento de parcerias	Realização de workshops	S	S	I01 - Eventos realizados (n = 1) I02 - Parcerias efetivadas (n = 2)	I01 - Anualmente I02 - Ação contínua

<p>XV - incentivar a formação continuada de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear e a sua fixação nesse setor;</p>	<p>Promover a formação especializada no setor nuclear e em áreas correlatas</p>	<p>2832</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Recursos financeiros, atualização dos valores de bolsas, fomento</p>	<p>Estimular os cursos de Pós-graduação</p>	<p>S</p>	<p>S</p>	<p>Egressos (n = 10)</p>	<p>Fluxo contínuo</p>
<p>XVII - estimular a capacitação técnico-científica e industrial compatível com as necessidades do setor nuclear;</p>	<p>01. Ampliar a capacidade do CRCN-NE nas aplicações de traçadores nos processos industriais, no ambiente, na agricultura e na saúde. 02. Desenvolver e aplicar soluções tecnológicas para gerar e difundir conhecimentos de tecnologias inovativas para os estudos ambientais, para as indústrias e para a agricultura 03. Desenvolver e aplicar métodos e técnicas para avaliar impactos ambientais e radiológicos em solos, águas e sedimentos, devido a fontes geogênicas e antropogênicas 04. Realizar estudos com aerossóis e seus impactos ambientais,</p>	<p>20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>S</p>		<p>I01 - Método implementado (n = 1). I02 - Solução desenvolvida (n = 1). I03 - Estudos realizados (n = 3). I04 - Estudos realizados (n = 1). I05 - Método implementado (n = 1). I07 - Métodos novos implementados (n = 1). I08 - Equipamento adquirido (n = 1).</p>	<p>D01 - até 2025. D02 - até 2025. D03 - Anualmente. D04 - até 2025. D05 - até 2024. D07 - até 2026. D08 - até 2026.</p>

	radiológicos e na saúde humana, usando técnicas convencionais e nucleares aplicadas aos temas 05. Desenvolver, difundir e aplicar métodos e técnicas de traçadores e de isótopos radioativos em estudos integrados de água subterrânea e de superfície 07. Realizar pesquisa e desenvolvimento em química e radioquímica, 08. Desenvolver e implantar métodos de análises isotópicas								
I - estimular o levantamento geológico, no País, destinado à identificação e à determinação das ocorrências de minerais nucleares;	Bioprospeção utilizando espécies acumuladoras de elementos químicos de interesse	20UX	Em andamento	Perda de expertise na área	Aumentar o fomento para estudos de bioprospeção	S	S	Plantas estudadas (n = 3)	Início previsto para 2023 e término em 2026.
VII - estimular a transferência da tecnologia criada nas instituições científicas, tecnológicas e de inovação para a indústria nacional.	Tecnologias inovadoras para aplicação em detetores e sensores de radiação	20UX, 2832	Em andamento	Quantidade insuficiente de pessoal com expertise	Bolsas de pesquisa de bom nível para atrair jovens doutores	S	S	Tecnologia desenvolvida (n = 1)	Anualmente

IEN	I - preservar o domínio da tecnologia nuclear no País;	Reatores Modulares de Pequeno Porte (RMPP) Aplicados a Exploração de Petróleo e Dessalinização	20UX	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Relatórios técnicos, Tecnologias desenvolvidas	01/19-12/24
		Aplicação de radioisótopos em estudos sobre o impacto da acidificação dos oceanos em frutos do mar: Uma abordagem Global	20UX (2478)	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Análises realizadas, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01-20 -12/24
		Fluidodinâmica Computacional aplicada à Tecnologia de Reatores Nucleares	20UX	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Softwares desenvolvidos, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19-12/25
		Termo-Hidráulica de Reatores Nucleares: Circulação Natural, Convecção Natural e Dinâmica de Bolhas	20UX	Finalizada	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Experimentos realizados, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/18-12/21

					bolsas para já graduados.				
	Estudo Numérico das Equações da Cinética Espacial Multigrupo para Transientes em Reatores Nucleares Avançados Críticos e Sistemas Subcríticos (ADS) em Distintas Geometrias	20UX	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19-12/25
	Desenvolvimento de uma plataforma para visualização de transientes espaciais no núcleo do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB)	20UX (12P1)	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos, Plataforma desenvolvida	01/19-12/25
	Análise Neutrônica-Termohidráulica e Reconstrução de Potência de Reator Nuclear para Propulsão Naval	20UX	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Artigos e relatórios técnicos, Análises realizadas	01/19-12/25
	Winclear: Divulgação de notícias atuais do setor nuclear.	20UX	Em andamento	Continuidade de recursos: divulgar notícias atuais do setor nuclear, material informativo e didático, vídeos	Maior Divulgação às instituições de ensino da região.	Sim	N/A	Materiais didáticos desenvolvidos, Eventos organizados, Número de acessos ao material divulgado	01/20-12/25

				explicativos e curiosidades da área Nuclear.					
	Projetos e pesquisas utilizando a lógica fuzzy para modelagem de sistemas complexos.	20UX	Em andamento	Continuidade de recursos. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de logica nebulosa e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Projetos de fomento aprovados, Artigos publicados	01/19-12/25
	Projetos e pesquisas utilizando a lógica fuzzy para modelagem e gestão do conhecimento, além de modelos, dispositivos e canais de divulgação científica.	20UX	Em andamento	Continuidade de recursos. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de gestão do conhecimento e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Projetos de fomento aprovados, Artigos publicados	01/19-12/25
	Revistas IEN: Sistema de submissão, avaliação por pares, e publicação de artigos científicos relatórios técnicos.	20UX	Em andamento	Atualização da ferramenta	Atualização da ferramenta	Sim	N/A	Progress Report IEN publicado	01/15 -
	Cursos usando o simulador LABIHS, destinados à Marinha, e à diversos setores da sociedade.	20UX	Em andamento	Manter a infra do LABIHS funcionando	Atualizar/Repor, em parceria com a Kaeri, o simulador do LABIHS por um	Sim	N/A	LABIHS mantido em operação, Cursos realizados	01/10 -

					novo que funcione em computadores com arquitetura x86				
	Cursos no LABIHS para formação de alunos do mestrado do IEN	20UX	Em andamento	Manter a infra do LABIHS funcionando	Manter a infra do LABIHS funcionando	Sim	N/A	Alunos formados, Dissertações concluídas, Artigos publicados, Títulos concedidos	01/15 -
	Implantação de um Cluster de Computação Paralela multiusuário para resolução de problemas complexos na área nuclear	20UX	Em andamento	Liberação de recursos pela FINEP	Projeto não iniciado, aguardando liberação de recursos FINEP	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Cluster implantado	06/22 - 12/25
	CarpeDIEN: Ferramenta para melhorar o compartilhamento de informações entre os pesquisadores do IEN, por meio de uma base de conhecimento colaborativa.	20UX	Em andamento	Manutenção da plataforma	Engajamento no uso da plataforma	Sim	N/A	Tempo de disponibilidade da plataforma	01/19 ...
	WikilEN: Sistema de criação e repositório para registro e consulta de conhecimento dos servidores do instituto	20UX	Em andamento	Manutenção da plataforma	Engajamento no uso da plataforma	Sim	N/A	Acessos realizados	01/19 ...

	Pesquisa, desenvolvimento e oferecimento de novos sistemas de instrumentação e controle para o setor nuclear brasileiro.	20UX	Em andamento	Diminuição significativa no número de profissionais nos quadros da CNEN, em função de aposentadorias e falta de novos concursos.	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Sistemas e instrumentos, tecnologias desenvolvidas, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/10 -12/25
	Pesquisa em novos Radiofármacos e Nanorradiofármacos: Desenvolvimento de radiofármacos PET, SPECT e Terapêuticos (Alfa e Beta emissores)	20UX (2478)	Em andamento	Obtenção de novos radionúcleos e aporte financeiro	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Radiofármacos desenvolvidos, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19-12/25
	Pesquisa em Radiotraçadores	20UX	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Parceias com setor industrial conluídas. Acordos com base na Lei de Inovação	01/19 - 12 25
	Tratamento de Rejeitos Radioativos: Uso pioneiro de grafeno e seus derivados para tratamento de rejeitos radiativos líquidos	20UX (218E)	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Tecnologias desenvolvidas, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12 25
	Ensino, Pesquisa e Extensão: o setor de química e rejeito tem forte inserção acadêmica, científica e tecnológica, agregando diversos profissionais e alunos	20UX (2832)	Em andamento	Manutenção dos alunos e da qualidade do ensino	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Alunos formados, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 ...

	(graduação e pós-graduação)								
	Atualização das instalações de reatores de pesquisa com novas tecnologias de instrumentação, monitoração e interfaces de operação	20UX	Em andamento	Aporte financeiro, falta de recursos humanos, dificuldade de acesso as novas tecnologias de instrumentação reatores desenvolvidas no exterior	Ampliar a estrutura de pesquisa e desenvolvimento, ampliar os recursos humanos, adequar o parque tecnológico.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Instrumentação do reator Argonauta modernizada, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Metodologias para Análise da Confiabilidade Humana em Reatores Nucleares	20UX	Em andamento	Aporte financeiro, falta de recursos humanos, dependência de bolsistas	Ampliar os recursos humanos na área.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Metodologia desenvolvida, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	
	Implementação de um algoritmo em FPGA para processamento de sinal de detectores cintiladores e escrita de código para funções auxiliares de um analisador multicanal	20UX	Finalizada	Aporte financeiro, falta de recursos humanos, dificuldade de acesso as novas tecnologias de instrumentação nuclear desenvolvidas no exterior	Ampliar a estrutura de pesquisa e desenvolvimento, ampliar os recursos humanos, adequar o parque tecnológico.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Algoritmo implementado, Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19-06/22
	Modernização e adequação das instalações do reator Argonauta-IEN e laboratórios Associados	20UX	Em andamento	Utilizar o recursos conforme o cronograma do projeto FINEP	Ampliar os recursos humanos para operação do reator e gestão dos laboratórios vinculados ao reator.	Sim	N/A	Instalações modernizadas	01/18 - 12/25
	Fornecimento de diversos cursos de capacitação para o público exteno a nível	20UX (2832)	Contínuo	Ajustar a lei de inovação	Resolvido	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA	Cursos realizados	01/22 ...

	de especialização e lato sensu						MELHORIA DOS SERVIÇOS		
	Curso stricto nível mestrado: "Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia Nucleares"	20UX (2832)	Contínuo	Baixo valor da bolsa	Aumentar os valores das bolsas	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA MELHORIA DOS SERVIÇOS	Alunos formados, Dissertações concluídas, Artigos publicados, Títulos concedidos	01/10...
	Oferecimento de bolsas de mestrado e pós-doutorado	20UX (2832)	Contínuo	número reduzido de bolsas (baixo orçamento)	Aumentar o orçamento	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA MELHORIA DOS SERVIÇOS	Bolsas concedidas	atividade contínua
	Reatores Modulares de Pequeno Porte Aplicados a geração nucleoeletrônica	20UX	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados. Participação em eventos e visitas técnicas no exterior	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Estudos, desenvolvimento e implementação de Instrumentação nuclear para Reatores Modulares pequenos (SMR), incluído no PNE 2050 (Tecnologias Disruptivas).	20UX	Em andamento	Investimentos na área nuclear do País. Falta de pessoal qualificado	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Não	Deve-se buscar autonomia tecnológica	Tecnologias desenvolvidas. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25

	Desenvolvimento de novos materiais ao setor nuclear com potencial uso em nucleoeletrica	20UX	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico. Participação em eventos e visitas técnicas no exterior	Sim	N/A	Materiais desenvolvidos. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
III - garantir o uso seguro da tecnologia nuclear e fortalecer as atividades relacionadas com o planejamento, a resposta a situações de emergência e eventos relacionados com a segurança nuclear e a proteção física das instalações nucleares;	Avaliação do Impacto Radiológico de Acidente Postulado no Reator Argonauta	20UX (20UW)	Finalizada	Investimentos nas reformas ds instalações nucleares existentes	Contratação de pessoal qualificado e treinamento dos atuais servidores	Sim	N/A	Estudo desenvolvido. Relatórios técnicos publicado	01/18 - 12/19
	Ánalyse de Efeitos da Dispersão Atmosférica de Radionuclídeos Relacionados com Instalações Nucleares e Radioativas sobre a Dose	20UX	Em andamento	Investimentos nas reformas ds instalações nucleares existentes	Contratação de pessoal qualificado e treinamento dos atuais servidores	Sim	N/A	Estudo desenvolvido. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25

	Desenvolvimento de simuladores em Realidade Virtual para treinamentos em atividades relacionadas ao uso da Energia Nuclear, em especial em Proteção Física, Radioproteção, Operação de Reatores, Medicina Nuclear e Emergências.	20UX	Em andamento	Desenvolvimento de novos simuladores	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de energia nuclear e aumento do número de bolsas para já graduados.	Sim	N/A	Simuladores desenvolvidos. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Engenharia de Resiliência e Ergonomia na análise e modelagem de sistemas complexos: transformações positivas para melhoria conjunta de funcionamento e segurança	20UX	Em andamento	Continuidade de recursos	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de engenharia de resiliência e aumento do número de bolsas para já graduados.	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Desenvolvimento de sistemas baseados em Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina para apoio a decisão em emergências operacionais de plantas nucleares. Este desenvolvimento é feito através de projetos de pesquisas com fomento do governo, colaboração com a Universidade, dissertações de mestrado e teses de doutorado.	20UX	Em andamento	Conseguir desenvolver experimentos realísticos para verificação e validação dos modelos desenvolvidos.	Investimento em insumos para desenvolvimento de protótipos e experimentos.	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25

	Melhorando a resiliência em sistemas complexos: aplicações da Engenharia de Resiliência na indústria, saúde pública e na gestão de emergências e desastres	20UX	Em andamento	Continuidade de recursos	Contratação de mestres de doutores qualificados na área de engenharia de resiliência e aumento do número de bolsas para já graduados.	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para colaboração entre cidadãos e autoridades para melhorar a resiliência na preparação e resposta a emergências de grande porte	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Tecnologias desenvolvidas. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/21
	GERENCIAMENTO DE ANOMALIAS DE SEGURANÇA DE PROCESSO E INDICADORES DE DESEMPENHO	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/21
	Computação paralela baseada em GPU para simulação da dispersão atmosférica de materiais radioativos utilizando modelo baseado em método de Monte Carlo	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Modelo desenvolvido. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/21
	Indicadores de sustentabilidade aplicados em sistemas sócio-ambientais complexos	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/21

	Exames Robóticos e Inteligência Artificial para Suporte a Tomadas de Decisão em Emergências Nucleares com Liberação de Material Radioativo para a Atmosfera	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/21
	Aprimoramento do sistema de dispersão atmosférica de usina nuclear através de Inteligência Artificial	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Sistema desenvolvido. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/21
	Implementação de um sistema de RFID para auxílio à evasão em situações de emergência	20UX	Finalizada	N/A	N/A	Sim	N/A	Sistema desenvolvido. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/18 - 12/20
	Manutenção e Controle do Rejeito Nuclear	20UX (218E)	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar as ações para manutenção predial	Sim	N/A	Serviços executados	contínuo
	Implantar no País um centro de treinamento em segurança física nuclear para atender a demanda interna bem como os países região.	20UX (2832)	Em andamento	Desmobilização de galpão onde será implantado o Centro, recursos financeiros do orçamento, apoio de instituições do setor nuclear brasileiro e de organizações internacionais (IAEA, DOE-US) e recursos humanos especializados.	Apoio institucional para a desmobilização do galpão e obtenção de recursos do orçamento.	SIM. Porém é necessária a atualização em centros similares existentes em outros países.	É estrategicamente mais vantajoso buscar a autonomia tecnológica, contribuindo para consolidar o País como o principal player do setor no nuclear da região.	Centro implantado	01/19-12/25
	Desenvolvimento de ferramentas computacionais (simuladores em realidade Virtual) para treinamento de	20UX	Contínuo	baixo orçamento e pouco pessoal	Aumento do orçamento e oferecimento de bolsas, principalmente PCs	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA MELHORIA DOS SERVIÇOS	Simuladores desenvolvidos. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25

	proteção física e resposta a emergência								
IV - promover a conscientização da sociedade brasileira, de forma transparente, a respeito dos benefícios do uso da tecnologia nuclear e das medidas que permitam o seu emprego de forma segura;	Participação do LabRV em eventos de Divulgação Científica (SBPC, SNC&T e outras)	20UX	Em andamento	Contratação de mestres de doutores qualificados e aumento do número de bolsas para já graduados.	Aumento da participação em eventos e do número de servidores na Equipe de Divulgação Científica	Sim	N/A	Participação em eventos	continua
	Estudo e desenvolvimento de uma estrutura itinerante, Holografia, para divulgação científica Energia Nuclear.	20UX	Finalizada	Aporte financeiro, falta de recursos humanos, dependência de bolsistas	Ampliar a estrutura de pesquisa e desenvolvimnto, ampliar os recursos humanos	Sim	N/A	Estudos desenvolvidos	01/19-12/21
	Tecnologias Digitais para Ensino e Divulgação de Ciências: Energia Nuclear na Geração Elétrica	20UX	Em andamento	Aporte financeiro, falta de recursos humanos, dependência de bolsistas	Ampliar a estrutura de pesquisa e desenvolvimnto, ampliar os recursos humanos	Sim	N/A	Tecnologias desenvolvidas. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Construção de ferramentas computacionais (simuladores, jogos, vídeos) para ensino e divulgação científica;	20UX	Contínuo	baixo orçamento e pouco pessoal	Aumento do orçamento e oferecimento de bolsas, principalmente PCs	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA MELHORIA DOS SERVIÇOS	Softwares desenvolvidos. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Construção de um espaço para recepção do público leigo (principalmente, mas não restrito, alunos do	20UX		baixo orçamento e pouco pessoal	Aumento do orçamento e oferecimento de bolsas,	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA	Espaço construído	01/20-/12/23

	ensino fundamental e médio)				principalmente PCs		MELHORIA DOS SERVIÇOS		
V - ampliar o uso médico da tecnologia nuclear como ferramenta para a melhoria da saúde da população;	Pesquisa, desenvolvimento e oferecimento de novos equipamentos médicos e de análises, com patente, ao setor nuclear para a produção nacional.	20UX	Em andamento	Diminuição significativa no número de profissionais nos quadros da CNEN, em função de aposentadorias e falta de novos concursos.	Ampliar a estrutura de pesquisa e desenvolvimnto, ampliar os recursos humanos	Sim	N/A	Patentes concedidas	01/19 - 12/25
	Desenvolvimento de novos nanorradiofármacos com potencial de translação para a aplicação humana direta com destaque para o grafeno	20UX (2478)	Em andamento	obtenção de novos radionuclídeos	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Radio e nanorradiofármacos desenvolvidos. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Novos materiais para tomografia computadorizada e Raio-X convencional.	20UX (20UY)	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Polímeros naturais na administração de radioiodo	20UX (2478)	Em andamento					Tecnologia desenvolvida. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Desenvolver no País uma tecnologia de produção de radiofármacos emissores de partículas alfas de interesse para a medicina nuclear com o uso do ciclotron CV-28 do IEN.	20UX (2478)	Em andamento	Limitação do quantitativo de recursos humanos especializados.	Alocação de mão de obra terceirizada	Sim. O País tem meios e capacitação para desenvolver técnicas de produção de radiofármacos.	O país deve manter a autonomia de desenvolvimento de técnicas de produção, e a própria produção, pois muitos radiofármacos não podem ser importados em razão de suas meias-vidas.	Tecnologia desenvolvida. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
	Construção de simuladores em Realidade Virtual para treinamento de	20UX	Contínuo	baixo orçamento e pouco pessoal	Aumento do orçamento e oferecimento de bolsas,	Sim	POSSUIMOS AUTONOMIA, MAS INTERCÂMBIOS CONTRIBUEM PARA	Simuladores desenvolvidos. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25

	pacientes e profissionais da saúde				principalmente PCIs		MELHORIA DOS SERVIÇOS		
VII - atualizar e manter a estrutura do setor nuclear, observadas as áreas de atuação de seus órgãos componentes, com vistas a garantir a sua integração, eficácia e eficiência	Estruturação do galpão de rejeito	20UX (218E)	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar as ações para manutenção predial	Sim	N/A	Instalação estruturada	01/19 - 12/23
	Orientações de alunos de Iniciação Científica e de Estágios no IEN - Instituto de Engenharia Nuclear	20UX (2832)	Em andamento	Continuidade de recursos	Maior Divulgação às instituições de ensino da região.	Sim	N/A	Orientações concluídas	contínuo
	Pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de hardware digital para aumentar a confiabilidade no uso de instrumentação nuclear digital em Reatores.	20UX	Em andamento	Diminuição significativa no número de profissionais nos quadros da CNEN, em função de aposentadorias e falta de novos concursos.		Sim	N/A	Tecnologia desenvolvida. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25

IX - promover a cooperação entre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação da área nuclear e os usuários dessa tecnologia;	Coordenação de projetos em Rede. O IEN coordena junto com o CBPF a Rede NanoSaude do Estado do Rio de Janeiro. Projeto em REDE, com apoio da FPAERJ, que congrega 140 pesquisadores do Estado e mais de 15 instituições de Ensino e Pesquisa.	20UX	Em andamento	Ampliação da participação dos instituto da Cnen em projetos em Rede.	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/24
XIV - promover a autossuficiência nacional na produção e no fornecimento de radioisótopos e a sua exportação;	Estudos da síntese de novos radiofármacos na produção sustentada e 100% nacional de insumos farmacêuticos ativos (IFA) para área de radiofármacos, com destaque para compostos poliméricos e carbonáceos.	20UX (2478)	Em andamento	Produção sustentada de novos radionuclídeos	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	N/A	Estudos realizados. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
XVI - fomentar a formação inicial e continuada, a fixação e a otimização da gestão dos recursos humanos para o setor nuclear brasileiro, com vistas à preservação do conhecimento obtido e à manutenção da segurança e da capacidade	Cursos usando os simuladores desenvolvidos no LabRV, destinados à Marinha, e à diversos setores da sociedade.	20UX	Em andamento	Manter a infra do LabRV funcionando		Sim	N/A	Curso ministrado	

operacional desse setor;									
	Obtenção de bolsas de treinamento e capacitação técnica	20UX (2832)	Em andamento	Ampliação do número de bolsas	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	N/A	N/A	Bolsas concedidas	contínuo
XVII - estimular a capacitação técnico-científica e industrial compatível com as necessidades do setor nuclear;	Curso de Formação em Radiofarmácia para treinamento e formação especializada em área estratégica.	20UX (2832)	Em andamento	Ampliação parcerias institucionais	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	N/A	N/A	Curso ministrado	contínuo
XVIII - incentivar o planejamento e a execução de projetos destinados ao setor nuclear, com vistas a garantir a fixação e a otimização do capital intelectual formado no País; e	Incentivo aos pesquisadores do IEN a submeter projetos de pesquisa junto as principais agências de fomento	20UX	Em andamento	Ampliação da participação de Instituto da Cnen	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico			Projetos submetidos	contínuo
XIX - garantir o gerenciamento seguro dos rejeitos radioativos.	Desenvolvimento de novas técnicas para a tratamento do rejeito	20UX (218E)	Em andamento	Aporte financeiro	Ampliar a estrutura de pesquisa e adequar o parque tecnológico	Sim	Buscar autonomia tecnológica	Técnicas desenvolvidas. Relatórios técnicos, Publicações em periódicos	01/19 - 12/25
Art. 6 - VII - estimular a transferência da tecnologia	Elaboração de patentes de equipamentos de	20UX	Em andamento	Encontrar empresa nacional para a transferência de tecnologia	-----	Sim	N/A	Patentes concedidas	10/20 - 12/25

	criada nas instituições científicas, tecnológicas e de inovação para a indústria nacional.	radioproteção e medicina nuclear.								
IPEN	I - preservar o domínio da tecnologia nuclear no País;	Item 1: Realização de Pesquisas Científicas e Desenvolvimento Tecnológico	20UX 20UY	Em andamento	Diminuição do número de pesquisadores e tecnologista na ativa	Reposição do quadro de servidores públicos;			-Nº de publicações internacionais -Nº de tecnologias geradas -Nº de Pedidos de Patentes e de Registros de Marcas e de Programas de Computador depositados no INPI.	rotina (anual)
		Item 2: Garantir continuidade das Atividades evitando a Perda de Conhecimento	20UW 20UY 215N 218E 2478 2832	Em andamento	Diminuição do número de servidores (pesquisadores, técnicos, analista e tecnologistas)	Reposição do quadro de servidores públicos;			-Nº de treinamentos executados/Nº de treinamentos planejados	rotina (anual)
		Item 3: Promover maior Integração com Instituições Científicas		Em andamento	Coordenação executiva, planejamento de ações para viabilizar parcerias estratégicas	Organizar fóruns de planejamento e comitês técnicos viabilizar projetos em cooperação			não definidos	
		Item 4: Apoio ao Projeto do RMB	12P1	Em andamento	Obtenção de Recursos financeiros	Viabilização do Projeto, liberação de recursos financeiros			a) Execução do cronograma RMB b) Nº de Combustíveis para o reator IPEN/MB-01	contínuo
		Item 5: Ampliação da formação de recursos humanos na área nuclear	2832	Em andamento	Fortalecimento dos Programas de Pós-Graduação do Instituto	Viabilizar a absorção desses profissionais altamente qualificados			Nº de defesas de Mestrado e Doutorado	rotina (anual)
		II - atender às decisões futuras do	Item 1: Participação em projetos voltados	215N	Em andamento	Melhorar a coordenação executiva e superar	Aumentar a integração entre as necessidades			não definidos

setor energético quanto ao fornecimento de energia limpa e firme, por meio da geração nucleoeletrica;	às necessidades da Eletronuclear			a baixa integração das ações	da Eletronuclear e as possibilidades de oferta de serviços tecnológicos pelas Unidades Técnico-Científicas da CNEN				
III - garantir o uso seguro da tecnologia nuclear e fortalecer as atividades relacionadas com o planejamento, a resposta a situações de emergência	Item 1: Planejamento e realização das atividades de radioproteção das instalações nucleares e radiativas do IPEN, dos seus trabalhadores, alunos, colaboradores, visitantes e do meio ambiente;	20UY	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares de Proteção Radiológica. Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Reposição do quadro de servidores públicos; ampliação dos treinamentos.			Nº de atividades internas de radioproteção	rotina (anual)
	Item 2: Planejamento e realização das atividades de atendimento às emergências radiológicas	215N 20UY 20UW	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares de Proteção Radiológica. Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Reposição do quadro de servidores públicos; ampliação dos treinamentos.			Nº de Emergências Atendidas/Nº de Solicitações	rotina (anual)
	Item 3: Planejamento e realização de atividades de transporte de material nuclear e radioativo	20UY 20UW	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares de Proteção Radiológica. Aumento de aposentadorias e não reposição do	Reposição do quadro de servidores públicos; ampliação dos treinamentos.			Nº de atividades de transporte realizadas	rotina (anual)

				quadro de servidores					
	Item 4: Atualização e fiscalização do cumprimento do Plano de Proteção Radiológica	20UY 218E 20UW	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares de Proteção Radiológica. Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Reposição do quadro de servidores públicos; ampliação dos treinamentos.			% de atualização do Plano de Proteção Radiológica	rotina (anual)
	Item 5: Execução de atividades de controle radiológico dos trabalhadores, das áreas, do meio ambiente e da população, e o controle das fontes de radiação, dos rejeitos radioativos e dos equipamentos de radioproteção	20UY 218E	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares de Proteção Radiológica. Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Reposição do quadro de servidores públicos; ampliação dos treinamentos.			Nº de atividades de controle radiológico realizadas/nº de atividades demandadas	rotina (anual)
	Item 6: Realização de treinamentos em radioproteção	20UY 20UW	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares de Proteção Radiológica. Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Reposição do quadro de servidores públicos; ampliação dos treinamentos.			Nº de treinamentos por ano	rotina (anual)
IV - promover a conscientização da sociedade brasileira, de forma transparente, a respeito dos	Item 1: Elaboração de Plano de Comunicação Institucional	12P1 13CM 13CN 20UW 20UX 20UY - 218E - 215N -	Em andamento	Falta de mão de obra na área de Comunicação Social do Instituto	Organização de Grupo de Trabalho para elaboração do Plano de Comunicação Institucional			% de conclusão da atividade	2023

benefícios do uso da tecnologia nuclear e das medidas que permitam o seu emprego de forma segura;		2478 2832 21DM							
	Item 2: Participação em Eventos de Divulgação Científica	12P1 13CM 13CN 20UW 20UX 20UY - 218E - 215N - 2478 2832 21DM	Em andamento	Produção de materiais interativos para auxiliar na divulgação das tecnologias desenvolvidas no Instituto	Atualização do material para exposição em feiras e eventos afins			Participação em eventos/Nº de eventos com convite de participação	2023
V - ampliar o uso médico da tecnologia nuclear como ferramenta para a melhoria da saúde da população;	Item 1: Produção de Radioisótopos primários, de moléculas marcadas, de Reagentes liofilizados para marcação com Tecnécio-99m e de Radioisótopos em ciclotron.	2478	Em andamento	Falta de mão de obra e necessidade de recursos financeiros para Modernização do Centro de Radiofarmácia	Fortalecimento de parcerias estratégicas	Não	Sim	a) Nº de registros ativos/nº de registros possíveis b) Nº de diferentes radioisótopos fornecidos à outras radiofarmácias	anual

	Item 2: Modernização das instalações do Centro de Radiofarmácia do IPEN para atendimento aos requisitos regulamentares CNEN e ANVISA, certificação dos processos produtivos em Boas Práticas de Fabricação de radiofármacos e registro dos radiofármacos junto à ANVISA.	2478	Em andamento	Falta de mão de obra e necessidade de recursos financeiros para Modernização do Centro de Radiofarmácia	Fortalecimento de parcerias estratégicas e viabilização do financiamento para execução dos projetos	Não	Sim	a) % de conclusão das obras físicas	
	Item 3: A atividade engloba projetos de pesquisa relacionados a: - Produção de novos radionuclídeos que consiste no desenvolvimento de sistemas para produção; - Desenvolvimento de novos radiofármacos inovadores e/ou com potencial para registro. Pesquisa para registro no Brasil de radiofármacos utilizados no exterior ou novos - Otimização de procedimentos internos que consiste interface entre pesquisa básica e produção visando a otimização dos processos de produção de radiofármacos.	2478 20UX	Em andamento	Falta de mão de obra e necessidade de recursos financeiros para Modernização do Centro de Radiofarmácia	Fortalecimento dos grupos de pesquisa e novas parcerias em projetos	Não	Sim	a) Nº de parcerias e convênios desde a publicação do Plano do Negócio até a data de apuração do indicador b) Somatório das % de conclusão dos projetos prioritários/ quantidade de projetos prioritários	anual

VI - reforçar o posicionamento do País em favor do desarmamento e da não proliferação de artefatos nucleares;	Item 1: Ações de divulgação dos benefícios da aplicação pacífica da tecnologia nuclear, reforçando que o país é signatário do Acordo junto à ONU	12P1 13CM 20UW 20UY 218E 215N 2478 2832 21DM	Em andamento	Elaboração de um Plano de Comunicação Institucional	Aumentar o alcance das ações mediante maior participação em mídias digitais, ampliação da percepção pública da energia nuclear em benefício da vida.	Sim		não definidos	
VII - atualizar e manter a estrutura do setor nuclear, observadas as áreas de atuação de seus órgãos componentes, com vistas a garantir a sua integração, eficácia e eficiência, além de evitar a sobreposição de competências e o acúmulo de atribuições conflitantes;	Item 1: Trabalho junto à CNEN auxiliando na elaboração do Planejamento Estratégico Institucional, definição de Regimento Interno das Unidades de Pesquisa e estrutura de Cargos e Funções.	12P1 13CM 13CN 20UW 20UX 20UY - 218E - 215N - 2478 2832 21DM	Em andamento	Coordenação executiva das atividades de planejamento	Trabalhar de forma mais integrada com a CNEN sede e com as outras Unidades Técnico Científicas da CNEN.			% de conclusão do PEI	2022-2023

VIII - fomentar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação da tecnologia nuclear;	Item 1: Apoio à submissão de projetos para financiamento por Agências de Fomento e AIEA	20UX 21DM	Em andamento	Coordenação executiva para elaboração de propostas	Ampliar o aproveitamento de oportunidades diante do potencial oferecido pela AIEA e consolidar as redes internacionais de pesquisa e desenvolvimento tecnológico			não definidos	
	Item 2: Fomento e estímulo a uma maior integração das Atividades de P&D&I do Instituto por meio de Editais Intercentros	20UX	Em andamento	Monitorar e avaliar os projetos de P&D em desenvolvimento	Ampliar e fortalecer a estratégia de financiamento de projetos via editais internos			% de execução dos recursos financeiros dos projetos	anual
	Item 3: Priorização de investimentos e apoio aos laboratórios e equipamentos multiusuários institucionais	20UX	Em andamento	Integração com a plataforma USP-Multi	Priorizar a manutenção dos equipamentos multiusuários e melhorar a divulgação do parque de equipamentos disponíveis			não definidos	
IX - promover a cooperação entre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação da área nuclear e os usuários	Item 1: Fomento às parcerias em projetos de Pesquisa, desenvolvimento e inovação; Participação de Redes de Pesquisa E Grupos de Pesquisa do CNPq.	20UX	Em andamento	Lentidão no avanço de projetos de arraste.	Maior integração das atividades das Unidades Técnico Científicas da CNEN	Sim	Sim	Recursos financeiros investidos em P,D&I	anual

dessa tecnologia;									
	Item 2: Realização de Workshops de Inovação (maior interação Instituto de Pesquisa e Empresas)	20UX	Em andamento	Retomada dos workshops de inovação após o período de pandemia	Aproximar empresas e Instituto de Pesquisa	Sim	Sim	Workshops de inovação realizados	anual
	Item 3: Classificação dos projetos considerando escala de maturidade tecnológica	20UX	Em andamento	Falta de pessoal para implementar a escala "Technology readiness levels (TRLs)"	Contratação de novos profissionais	Sim	Sim	Nº de projetos classificados	anual
	Item 4: Implantação das ferramentas de apoio a inovação estabelecidas pelo Marco Legal de Inovação	20UX	Em andamento	Desafio de acelerar os trâmites das propostas junto ao SENIT.	Contratação de novos profissionais	Sim	Sim	não definida	anual
XIII - garantir a autonomia na produção do combustível nuclear, em escala industrial e em todas as etapas do seu ciclo, com vistas a assegurar o suprimento da demanda interna;	item 1: Realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento na área do ciclo do combustível	20UX	Em andamento	Fortalecimento dos grupos de pesquisas	Integração de grupos de pesquisa e ampliação do número de tecnólogos e pesquisadores envolvidos nas pesquisas	Sim	Sim	a) Nº de projetos ativos b) Volume de recursos investidos em P,D&I na área nuclear	anual
	Item 2: Produção de combustível Nuclear para Reatores de Pesquisa	215N - Prestação de Serviços Tecnológicos 20UX	Em andamento	Manutenção do corpo técnico qualificado	Recomposição da força de trabalho	Sim	Sim	Nº de combustíveis fabricados para o reator IPEN/MB- 01 (simulação para testes do núcleo do RMB)	2019
	Item 3: Produção de alvos de Urânio	215N - Prestação de Serviços Tecnológicos 20UX	Em andamento	Manutenção do corpo técnico qualificado	Recomposição da força de trabalho	Sim	Sim	não definidos	

XIV - promover a autossuficiência nacional na produção e no fornecimento de radioisótopos e a sua exportação;	Item 1: Apoio gerencial ao Projeto do Empreendimento do RMB	12P1 - Implantação do Reator Multipropósito brasileiro	Em andamento	Falta de Apoio financeiro ao Projeto	Garantia de Recursos para continuidade do Projeto	Não. O Projeto visa a obtenção da autonomia de fornecimento de radioisótopos	Sim. O País deve buscar autonomia tecnológica	Atendimento das atividades gerenciais rotineiras/atividades demandadas	anual
	Item 2: Zeladoria do terreno do RMB em Iperó-SP	12P1 - Implantação do Reator Multipropósito brasileiro	Em andamento	Falta de Apoio financeiro ao Projeto	Garantia de Recursos para continuidade do Projeto	Não. O Projeto visa a obtenção da autonomia de fornecimento de radioisótopos	Sim. O País deve buscar autonomia tecnológica	Nº de serviços prestados	anual
	Item 3: Participação técnico-científica no projeto do RMB	12P1 - Implantação do Reator Multipropósito brasileiro 20UX	Em andamento	Falta de Apoio financeiro ao Projeto	Garantia de Recursos para continuidade do Projeto	Não. O Projeto visa a obtenção da autonomia de fornecimento de radioisótopos	Sim. O País deve buscar autonomia tecnológica	-não definido	
XV - incentivar a formação continuada de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear e a sua	Item 1: Treinamento e capacitação dos servidores	2832 - Formação Especializada para o Setor Nuclear	Em andamento	Organização de turmas para capacitação in company	Contratação de cursos específicos junto à ENAP			Nº de servidores capacitados	anual

fixação nesse setor;									
XVI - fomentar a formação inicial e continuada, a fixação e a otimização da gestão dos recursos humanos para o setor nuclear brasileiro, com vistas à preservação do conhecimento obtido e à manutenção da segurança e da capacidade operacional desse setor;	Item 1: Formação especializada de recursos humanos na área nuclear - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear	2832 - Formação Especializada para o Setor Nuclear	Em andamento	Não fixação dos recursos humanos nos quadro permanente de profissionais	Ampliação do número de bolsas de pós-doc e abertura de vagas de concursos público para entrada de novos profissionais			Nº de defesas de Mestrado e Doutorado	anual
	Item 2: Formação especializada de recursos humanos na área nuclear - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde	2832 - Formação Especializada para o Setor Nuclear	Em andamento	Desafio de elevar ainda mais a excelência do Curso	Ampliação da oferta de vagas			Nº de alunos matriculados	anual
	Item 3: Participação no curso de Graduação de Engenharia Nuclear da USP	2832 - Formação Especializada para o Setor Nuclear	Em andamento	Consolidação da parceria	Ampliação do uso de laboratórios e equipamentos disponíveis para aulas práticas			não definidos	n/a

XVIII - incentivar o planejamento e a execução de projetos destinados ao setor nuclear, com vistas a garantir a fixação e a otimização do capital intelectual formado no País; e	item 1: Levantamento dos Riscos de paralisação das atividades devido a falta de mão de obra	2832 - Formação Especializada para o Setor Nuclear 20UX - Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia Nucleares	Finalizada	Mapear as áreas com alto risco de descontinuidade e fazer gestão de recursos humanos para evitar paralisação de atividades essenciais.	Estabelecer Política de Gestão do Conhecimento Institucional			Porcentagem de conclusão do levantamento	2021-2022
XIX - garantir o gerenciamento seguro dos rejeitos radioativos.	Item 1: Gerenciamento dos rejeitos radioativos do Intituto, incluindo recolhimento, segregação, tratamento, acondicionamento, armazenagem, transporte e inventário	218E - Armazenamento de Rejeitos Radioativos e Proteção Radiológica	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares do Serviço de Gestão de Rejeitos Radioativos e Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Recomposição da força de trabalho			Atividade total recolhida no ano	anual
	item 2: Recebimento e gerenciamento dos rejeitos radioativos de instituições externas	218E - Armazenamento de Rejeitos Radioativos e Proteção Radiológica	Em andamento	Falta de mão de obra para manutenção das atividades regulares do Serviço de Gestão de Rejeitos Radioativos e Aumento de aposentadorias e não reposição do quadro de servidores	Recomposição da força de trabalho			Nº de entregas de recolhimento de rejeitos externos	anual

V - ampliar a interação da indústria nuclear brasileira com as instituições científicas, tecnológicas e de inovação nacionais e internacionais;	Item 1: Realização de reuniões e participação em eventos para divulgação das possibilidades de aplicação da tecnologia nuclear e integração a partir das necessidades da indústria	20UX 215N - Prestação de Serviços Tecnológicos	Em andamento	Desafio de ampliar a interação entre indústria e Instituto de Pesquisa	Melhorar a coordenação executiva de aproximação entre as necessidades da indústria e a oferta de desenvolvimento tecnológico e inovação das Unidades da CNEN			não definidos	
VII - estimular a transferência da tecnologia criada nas instituições científicas, tecnológicas e de inovação para a indústria nacional.	Item 1: Fortalecimento do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT).	20UX 215N - Prestação de Serviços Tecnológicos	Em andamento	Necessidade de recomposição de mão de obra.	Contratação de novos profissionais para o NIT, agilizar processos mediante e Ampliação da utilização do novo Marco Legal da Inovação nas Instruções Normativas da CNEN;			Nº de acordos de inovação firmados	anual
	Item 2: Estabelecer novas parcerias com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)	20UX 215N - Prestação de Serviços Tecnológicos	Em andamento	Maior interação entre as Instituições	Organização de seminários em conjunto e reuniões específicas para rediscutir o escopo das parcerias			Nº de novas parcerias firmadas	anual

IRD	<p>III - garantir o uso seguro da tecnologia nuclear e fortalecer as atividades relacionadas com o planejamento, a resposta a situações de emergência e eventos relacionados com a segurança nuclear e a proteção física das instalações nucleares;</p>	<p>1. Desenvolvimento e manutenção de padronização primária das grandezas utilizadas nas medições das Radiações Ionizantes pelo Laboratório Nacional de Metrologia das radiações Ionizantes LNMRI/IRD. 2. Disseminação das grandezas utilizadas nas medições das Radiações Ionizantes .</p>	<p>20UX; 20UY;215N</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal e atualização das instalações e e equipamentos;</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros</p>	<p>1- Já possuímos padronização primária para algumas grandezas mas não para todas. 2- S</p>	<p>Buscar autonomia</p>	<p>Número de sistemas de padronização primária do LNMRI/IRD; Número de participações do LNMRI em comparações chaves organizadas pelo BIPM.01: numero de Calibrações por ano;02: Promoção de ensaios de proficiência;03: Promoção de Intercomparação laboratorial; 04: número monitores individuais irradiados para controle da qualidade de serviços de monitoração individual.</p>	<p>Contínuo</p>
	<p>Promoção da capacitação dos servidores da CNEN, que integram seu Sistema de Atendimento a Emergências Nucleares e Radiológicas, através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de treinamento nos procedimentos do Plano para Situação de Emergência (PSE) da CNEN, seus Planos de Emergência Setoriais (PES). Plano de Emergências das Unidades e seus procedimentos; e • Programa de Exercícios de resposta a emergências. 	<p>20UX; 20UY,</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros</p>	<p>S</p>	<p>Número de servidores capacitados por ano/ membros das equipes</p>	<p>contínuo</p>		

	Desenvolvimento de sistemas de notificação de incidente/acidente em instalações de medicina nuclear. Criação de ferramentas de auditoria em gestão da qualidade aplicada a hospitais e clínicas de medicina nuclear.	20UX	Finalizada	Atualizar sistemas de TI com acesso remoto e por terceiros	Prover sistemas de TI que contenham ferramentas de segurança sibernética	S		Programa desenvolvido/planejado	2019-2022
	Promoção da cultura de segurança nuclear e radiológica através da garantia do atendimento às exigências do licenciamento de instalações do IRD edo aprimoramento da cultura de segurança	20UY; 20UX	Em andamento	Perda de conhecimento e competências essenciais à manutenção das atividades, em razão de aposentadorias e da falta de reposição de pessoal; Insuficiência de recursos orçamentários para adequação de instalações e manutenção de atividades.	Reposição de recursos humanos e manutenção dos recursos orçamentários necessários.	S		01 e 02: percentual de demanda atendidas/ solicitadas; 03. Número de Autorizações para Operação das Instalações do IRD Emitidas (4)	01 e 02-continuo;03. Fevereiro de 2023 - Dezembro de 2023

<p>IV - promover a conscientização da sociedade brasileira, de forma transparente, a respeito dos benefícios do uso da tecnologia nuclear e das medidas que permitam o seu emprego de forma segura;</p>	<p>Apresentação de mais de 30 palestras e seminários em fóruns públicos e em feiras temáticas em Ciência e Tecnologia. Entrevistas esclarecendo assuntos de segurança e proteção radiológica em campanhas governamentais como outubro rosa e novembro azul. Atendimento de visitas de escolas técnicas e de universidades. Tradução em língua portuguesa e disponibilização de material produzido pelas Nações Unidas visando o esclarecimento do público referente ao uso da radiação e seus efeitos.</p>	<p>20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Falta de pessoal/aposentados em curso, ações de gestão do conhecimento</p>	<p>Melhorar as ferramentas de divulgação disponíveis. Atuar em escolas de ensino médio para esclarecimento</p>	<p>S</p>		<p>número de visitas realizadas ao instituto/ano; número de visualizações das redes sociais do IRD/ por ano; número de palestras realizadas/ano; número de entrevistas realizadas/ano</p>	<p>contínuo</p>
	<p>1) Participação em projetos regionais e nacionais da IAEA sobre radioproteção ambiental e ocupacional; 2) Promover workshop, simpósios e participação em comitês sobre radioproteção ambiental e ocupacional; 3) Participar em audiências públicas para responder as diversas partes</p>	<p>20UY; 20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais (aposentadorias e transferências) à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>	<p>Prospectar/avaliar as áreas com a maior perda de conhecimento e aumentar os recursos humanos (concursos e contratação temporária) e manter/aumentar os recursos financeiros.</p>	<p>S</p>	<p>O país já possui conhecimento tecnológico para o desenvolvimento destas atividades.</p>	<p>solicitações feitas/solicitações atendidas</p>	<p>sempre sob demanda</p>

	interessadas sobre as questões de radioproteção ambiental e ocupacional; 3) Elaborar e ministrar cursos de informação/formação sob demanda das diversas instituições governamentais (Forças Armadas, Polícia Federal e as Agencias/Autoridades Reguladoras								
	Empreender e manter ações para o Sistema Internacional de Monitoramento do Regime Global de Verificação da ONU, parte integrante do Tratado de Proibição Completa de Testes Nucleares (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT), celebrado em 10 de setembro de 1996.	21DM; 20UX	Em andamento	Perda de conhecimento e competências essenciais à manutenção das atividades, em razão de aposentadorias e da falta de reposição de pessoal; Insuficiência de recursos orçamentários para manutenção de atividades.	Reposição de recursos humanos e manutenção dos recursos orçamentários necessários.	N	Dependência internacional em razão dos objetivos da ação.	número de horas de funcionamento/ número de horas previsto	Por ser um acordo internacional (início 1996) e já ratificado não tem término previsto

<p>V - ampliar o uso médico da tecnologia nuclear como ferramenta para a melhoria da saúde da população;</p>	<p>Promover Programa de Rastreabilidade Metrológica para Radiofármacos</p>	<p>20UX; 20UY</p>	<p>Em andamento</p>	<p>01: Perda de “know-how” e de competências essenciais à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal;</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>S</p>		<p>Número de EP realizados; Número de tipos de organização participante.</p>	<p>Contínuo</p>
	<p>Estabelecer procedimentos de melhoria de controle e de garantia de qualidade em instalações de medicina nuclear, radiodiagnóstico e radioterapia; promover a otimização de protocolos clínicos; efetuar estudos dosimétricos em terapia por radionuclídeos, em radioterapia por feixe externo e braquiterapia utilizando modelos de simulação matemática por códigos de Monte Carlo; desenvolver estudos de interação da radiação em salas de radioterapia visando melhoria de técnicas de análise de blindagens; realizar avaliações de</p>	<p>20UX; 20UY; 2832</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Orçamento, número de bolsas disponíveis, infraestrutura de TI</p>	<p>Buscar concurso público, maior número de bolsas, aumento de orçamento para preservação e melhoria da infraestrutura existente.</p>	<p>S</p>	<p>Buscar autonomia</p>	<p>1. Software de dosimetria clínica desenvolvido; 2. Software de estabelecimento de níveis de referência desenvolvido; 3. Prover sistema de auditoria em garantia da qualidade nas aplicações médicas das radiações ionizantes, 4. Formação de Físicos Médicos especializados para Hospitais e Clínicas</p>	<p>2020-2024</p>

	<p>exposição à radiação do torax, cristalino e extremidades em procedimentos de medicina nuclear, radiologia e radioterapia visando a proteção do trabalhador ocupacionalmente exposto. Total de 50 dissertações de mestrado, 26 teses de doutorado, 24 trabalhos de Iniciação Científica e 22 Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), além de 3 supervisões de pós-doutorado no período de 2012 a 2022.</p>								
<p>VI - reforçar o posicionamento do País em favor do desarmamento e da não proliferação de artefatos nucleares;</p>	<p>Manter e ampliar o funcionamento das estações de monitoramento e o laboratório de análise de radionuclídeos ligado ao tratado CTBT (The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty).</p>	<p>21DM; 20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Manter em funcionamento a RN11, implantar a RN12 e certificar o RL04.</p>	<p>Aumentar os recursos humanos e financeiros.</p>	<p>S</p>	<p>Mais vantajoso manter a dependência internacional.</p>	<p>1-Horas de funcionamento RN11/ horas planejadas 2- Andamento da obra da RN12; Certificação do RL04</p>	<p>Início em 1996 (o tratado) e sem previsão de término; Quanto a estação RN12 como não está iniciada, depende muito de alguns órgãos do governo (exército para finalização da doação do terreno e CRCN-NE para acompanhar a construção)</p>

<p>VII - atualizar e manter a estrutura do setor nuclear, observadas as áreas de atuação de seus órgãos componentes, com vistas a garantir a sua integração, eficácia e eficiência, além de evitar a sobreposição de competências e o acúmulo de atribuições conflitantes;</p>	<p>Aquisição de instrumentos e equipamentos de laboratórios de análises químicas para prestação de serviço, análise de amostras de programas</p>	<p>215N, 20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de expertise por aposentadoria de servidores e falta de reposição no quadro de servidores. Falta de recursos para modernização de infraestrutura e atualização dos laboratórios</p>	<p>Realização de concurso público para contratação de pessoal. Alocação de recursos financeiros para reposição e/ou melhoria de equipamentos.</p>	<p>S</p>		<p>número de equipamentos repostos; pessoal novo trabalhando na área;</p>	<p>ação continuada</p>
	<p>Atualizar/manter o conhecimento sobre: 1) Avaliação de impacto ambiental e ocupacional em instalações nucleares e indústrias potencialmente geradoras de material radioativo de ocorrência natural-NORM; 2) Coleta de matrizes ambientais para suportar as atividades/demanda das diversas instituições governamentais (Forças Armadas, Polícia Federal e as Agencias/Autoridades Reguladoras); 3)</p>	<p>20UY; 20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Perda de “know-how” e de competências essenciais (aposentadorias e transferencias) à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal; falta de atualização tecnológica/reposição de equipamentos laboratoriais e de campo.</p>	<p>Prospectar/avaliar as áreas com a maior perda de conhecimento e aumentar os recursos humanos (concursos e contratação temporária), estrutura laboratorial e manter/aumentar os recursos financeiros.</p>	<p>S</p>	<p>Deve buscar autonomia tecnológica.</p>	<p>1-Treinamentos propostos/treinamentos realizados;2-aumento do corpo técnico; 3- numero de laboratórios modernizados; 4- número de métodos desenvolvidos; 5- treinamentos em descomissionamento realizados;</p>	<p>atividades continuadas</p>

	<p>Suportar as atividades da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade em relação a coleta de matrizes ambientais e de análises (projeto MOMAN e controle de embarcações com propulsão nuclear); 4) Descomissionamento de instalações nucleares e indústrias potencialmente geradoras de material radioativo de ocorrência natural 5) Remediação de áreas degradadas e/ou contaminadas oriundas das atividades de descomissionamento e/ou acidentes; 6) Impacto do público, meio ambiente e ocupacional oriundo das exposições ao radônio.</p>								
VIII - fomentar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação da tecnologia nuclear;	Elaboração e execução de projetos de pesquisa para suporte ao setor de Radioproteção	20UY; 20UX	Em andamento	Perda de expertise por aposentadoria de servidores e falta de reposição no quadro de servidores. Falta de recursos para modernização de infraestrutura e atualização dos laboratórios	Alocação de recursos financeiros para reposição e/ou melhoria de equipamentos e estrutura laboratorial. Prospectar/avaliar as áreas com a maior perda de conhecimento e aumentar os	S	Deve buscar autonomia tecnológica.	numero de artigos publicados;número de teses e dissertações defendidas ;	Contínuo

					recursos humanos (concursos e contratação temporária).				
IX - promover a cooperação entre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação da área nuclear e os usuários dessa tecnologia;	1) Promover workshop, simpósios e participação em comitês sobre radioproteção ambiental e ocupacional; 2) Elaborar e ministrar cursos de informação/formação sob demanda das diversas instituições governamentais (Forças Armadas, Polícia Federal e as Agências/Autoridades Reguladoras; 3) Suportar as atividades da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade em relação a coleta de matrizes ambientais e de análises (projeto MOMAN e controle de embarcações com propulsão nuclear);	20UX	Em andamento	Perda de “know-how” e de competências essenciais (aposentadorias e transferências) à manutenção das atividades, em razão da falta de reposição de pessoal; falta de atualização tecnológica/reposição de equipamentos laboratoriais e de campo.	Prospectar/avaliar as áreas com a maior perda de conhecimento e aumentar os recursos humanos (concursos e contratação temporária), estrutura laboratorial e manter/aumentar os recursos financeiros.	S	O país já possui conhecimento tecnológico para o desenvolvimento destas atividades apesar da mesm estar sob forte risco de paratllizar suas atividades em função da falta de recursos e pessoal.	número de seminários/workshops realizados; número de treinamentos previstos/realizados; Número de métodos desenvolvidos/previstos;	sob demanda

<p>XV - incentivar a formação continuada de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear e a sua fixação nesse setor;</p>	<p>Disponibilidade de Curso de Especialização Lato Sensu em Proteção Radiológica e Controle de Fontes, acreditado pela AIEA e único em língua portuguesa. Disponibilidade de curso de mestrado e doutorado em Radioproteção e Dosimetria com fornecimento de bolsas da CAPES e IRD. Disponibilidade de uma bolsa PCI.</p>	<p>20UX; 2832</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Manutenção de infraestrutura predial, de TI e de laboratórios. Falta de reposição de pessoal técnico por concurso para atendimento de demanda crescente.</p>	<p>Buscar concurso público, maior número de bolsas, bem como melhorias orçamentárias para preservação e melhorias da infraestrutura existente</p>	<p>S</p>	<p>Buscar autonomia</p>	<p>01. Nota da Capes (Mestrado e Doutorado); 02. Índice de sucesso do doutorado; 03. Índice de sucesso do mestrado; 04. Aprovação de alunos no Lato Sensu/ano</p>	<p>Contínuo</p>
<p>XVI - fomentar a formação inicial e continuada, a fixação e a otimização da gestão dos recursos humanos para o setor nuclear brasileiro, com vistas à preservação do conhecimento obtido e à manutenção da segurança e da capacidade operacional desse setor;</p>	<p>Participação de servidores como docentes convidados no curso de graduação em física médica do Instituto de Física da UFRJ. Recebimento de alunos de Iniciação Científica com bolsas PIBIC. Fornecimento de curso de especialização Lato Sensu acreditado pela AIEA. Promover processos de formação especializada e de capacitação: Fornecimento de curso Stricto Sensu, mestrado e doutorado em radioproteção e Dosimetria. Estabelecimento de requisitos de formação inicial e continuada a novos servidores.</p>	<p>20UX</p>	<p>Em andamento</p>	<p>Manutenção de infraestrutura predial, de TI e de laboratórios. Falta de reposição de pessoal técnico por concurso para atendimento de demanda crescente.</p>	<p>Buscar concurso público, maior número de bolsas, bem como melhorias orçamentárias para preservação e melhorias da infraestrutura existente</p>	<p>S</p>	<p>Buscar autonomia</p>	<p>01. Número de alunos/ano; 02. Cursos de curta duração/ano; 03. Média Avaliação dos cursos; 04. Número de títulos publicados (livros, artigos, notas técnicas)/ano; 05. Número de bolsas PCI/ano</p>	<p>Contínuo</p>

	Mapeamento de competências e preservação do conhecimento do setor nuclear, bem como o incentivo a realização de formação especializada, mestrado, doutorado, pós-doutorado e bolsas de profissionais de física médica.								
XVIII - incentivar o planejamento e a execução de projetos destinados ao setor nuclear, com vistas a garantir a fixação e a otimização do capital intelectual formado no País; e	Incentivar a participação de profissionais mestres e doutores em projetos regionais financiados pela AIEA, bem como a inserção de pesquisadores de outras instituições parceiras em projetos nacionais.	20UX	Em andamento	Manutenção de infraestrutura predial, de TI e de laboratórios. Falta de reposição de pessoal técnico por concurso para atendimento de demanda crescente.	Buscar concurso público, maior número de bolsas, bem como melhorias orçamentárias para preservação e melhoria da infraestrutura existente	S	Buscar autonomia	número de servidores em projetos regionais/ano; número de servidores em reuniões técnicas/ano	contínuo

