

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E GESTÃO DE
POLÍTICAS PÚBLICAS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

**A Trajetória Tecnológica da AMAZUL: O modelo institucional com participação de
estatal para desenvolvimento de tecnologias de uso dual**

Brena Conor Oliveira de Paula Rodrigues

Brasília

2025

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE, ECONOMIA E GESTÃO DE
POLÍTICAS PÚBLICAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ECONOMIA DA DEFESA

BRENA CONOR OLIVEIRA DE PAULA RODRIGUES

**A Trajetória Tecnológica da AMAZUL: O modelo institucional com participação de
estatal para desenvolvimento de tecnologias de uso dual**

Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia da Defesa e Economia Espacial.

Orientador: Professor Dr. Luiz Guilherme de Oliveira.

Brasília

2025

BRENA CONOR OLIVEIRA DE PAULA RODRIGUES

**A Trajetória Tecnológica da AMAZUL: O modelo institucional com participação de
estatal para desenvolvimento de tecnologias de uso dual**

Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia da Defesa e Economia Espacial.

Orientador: Professor Dr. Luiz Guilherme de Oliveira.

BANCA EXAMINADORA

Professor Orientador: Dr. Luiz Guilherme de Oliveira

Professor Examinador: Dr. Antônio Nascimento Júnior

Professor Examinador: Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu bom Deus, que em minha vida se manifesta de tantas maneiras. Se manifestou na presença amiga do Felipe Sobreira e do Henrique Ferreira, que outrora foram meus companheiros de formação militar e nesse período de mestrado foram como luzes no meu caminho, e em nome dos quais agradeço a todos os nossos companheiros de turma. Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Luiz Guilherme de Oliveira, que além de inspirar com sua trajetória acadêmica, me orientou com conselhos e incentivo. Em nome do professor Luiz, ofereço meus sinceros agradecimentos a todos os professores do programa de mestrado. Estendo, ainda, meus agradecimentos aos meus amigos e incentivadores, e farei isso em nome da Juliana Alves que me acompanhou tantas vezes aos meus estudos na BCE. Agradeço a meus pais Gerson e Simone e ao meu irmão Igor. Eles me ensinaram a sonhar e fazer tudo com amor. Agradeço a minha família, que se formou durante o curso do mestrado, com meu casamento em setembro de 2023. Silas Rodrigues, meu marido e minha pessoa no mundo, obrigada pela forma que acredita em mim e me acompanha em nossa jornada. Minha vida é plena contigo.

“Algumas pessoas enxergam inovação como mudança, mas nós nunca vimos dessa forma. É sobre melhorar as coisas. ”

TIM COOK

RESUMO

Este estudo do setor nuclear brasileiro teve como protagonista a empresa pública AMAZUL, gerida pela Marinha do Brasil. A área nuclear foi escolhida por representar setor estratégico do ponto de vista energético e da defesa nacional. A teoria econômica institucional, a teoria evolucionária neo schumpeteriana e o conceito de trajetória tecnológica de Giovanni Dosi foram a sustentação teórica da pesquisa. Além dos eventos históricos foram analisados os projetos empreendidos pela AMAZUL registrados em seus relatórios de gestão. O objetivo foi traçar o comportamento da firma no decorrer do tempo em termos de mudança técnica e inovação buscando possíveis enlaces entre a dinâmica econômica e o investimento em tecnologia como política pública. Os resultados apresentaram aderência sobretudo aos conceitos do impulso pela técnica, focalização e cumulatividade.

Palavras-chave: Trajetória tecnológica; comportamento da firma; economia institucional; defesa nacional; setor nuclear.

ABSTRACT

This study of the Brazilian nuclear sector had as its protagonist the public company AMAZUL, managed by the Brazilian Navy. The nuclear area was chosen because it represents a strategic sector from an energy and national defense point of view. Institutional economic theory, neo-Schumpeterian evolutionary theory and Giovanni Dosi's concept of technological trajectory were the theoretical support of the research. In addition to historical events, projects undertaken by AMAZUL recorded in its management reports were analyzed. The objective was to trace the firm's behavior over time in terms of technical change and innovation, seeking possible links between economic dynamics and investment in technology as a public policy. The results showed adherence mainly to the concepts of impulse for technique, focusing and cumulativeness.

Keywords: Technological trajectory; firm behavior; institutional economics; national defense; nuclear sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Organograma da Marinha do Brasil.....	40
Figura 2 - Demonstração do Resultado do Exercício AMAZUL (2019 a 2024)	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dotação LOA 2025 - Comparativo Ministérios da Defesa e do Turismo.....	31
Tabela 2 - Execução orçamentária da AMAZUL em 2024.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Contratos vigentes da AMAZUL – Relatório de Gestão 2024.....	56
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ANSN	Agência Nacional de Segurança Nuclear
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CBTN	Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear
CINA	Centro Industrial Nuclear de Aramar
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTMSP	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
ENBPar	Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional
FAB	Força Aérea Brasileira
FDTE	Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
LABGENE	Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica
LOA	Lei Orçamentária Anual
MB	Marinha do Brasil
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PATN	Plano Autônomo de Tecnologia Nuclear
PNB	Programa Nuclear Brasileiro
PNE	Planta Nuclear Embarcada
PNM	Programa Nuclear da Marinha
PROSUB	Programa de Submarinos
PWR	<i>Pressurized Water Reactor</i> (Reator a água pressurizada)
RDC	Regime Diferenciado de Contratação
RMB	Reator Multipropósito Brasileiro
SPN	Submarino convencionalmente armado com Propulsão Nuclear
UCEU	Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio
UFEM	Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas
USEXA	Unidade de Produção de Hexafluoreto de Urânio
UTT	Unidade de Testes e Preparação de Equipamentos Críticos e de Treinamento
VIP	Veículo de Imersão Profunda tripulada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivo Geral.....	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
2. CONTEXTUALIZAÇÃO E ANÁLISE ECONÔMICA DO DESENVOLVIMENTO DO SETOR NUCLEAR.....	16
2.1 Histórico do Programa Nuclear Brasileiro.....	16
2.2 O Plano Autônomo de Tecnologia Nuclear (PATN) ou ‘Programa paralelo’	20
2.3 O Histórico do Programa Nuclear da Marinha.....	21
2.4 A estruturação institucional do setor nuclear Brasileiro - principais atores do estudo.....	24
2.4.1 Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)	25
2.4.2 Eletronuclear.....	25
2.4.3 Fundação Parque de Alta Tecnologia da Região de Iperó e Adjacências (PATRIA)	26
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	27
3.1 A Teoria schumpeteriana.....	27
3.2 A Teoria Econômica Institucional.....	29
3.3 Mudança técnica e trajetórias tecnológicas.....	33
4. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA.....	38
5. A AMAZUL E O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO.....	40
5.1 AMAZUL primeiros passos e consolidação.....	40
5.2 Relatório de Gestão de 2014.....	41
5.3 Relatório de Gestão de 2015.....	42
5.4 Relatório de Gestão de 2016.....	42
5.5 Relatório de Gestão de 2017.....	44
5.6 Relatório de Gestão de 2018.....	45
5.7 Relatório de Gestão de 2019.....	46
5.8 Participações da AMAZUL no âmbito PNB.....	47
5.8.1 Reator Multipropósito Brasileiro (RMB)	48
5.8.2 Centro de Radiofarmácia do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (CR-IPEN)	49
5.8.3 Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU)	49

5.8.4	Extensão da Vida útil da Central de Geração Nucleoelétrica de Angra 1	.49
5.9	Participações da AMAZUL no âmbito do PNM	49
5.9.1	Fabricação e Montagem das Peças referentes às Fases I e III do Bloco 40 do LABGENE (2019 a 2028)	50
5.9.2	Montagem Eletromecânica das Fases II e IV do Bloco 40 do LABGENE (2022 a 2026)	50
5.9.3	Montagem Eletromecânica do Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC) do LABGENE (2020 a 2024)	50
5.9.4	Aquisição de Painéis Elétricos para o Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC) do LABGENE (2022 a 2025)	50
5.9.5	Obras Civis do Prédio Auxiliar Controlado (PAC) do LABGENE (2021 a 2025)	51
5.9.6	Órgão de Supervisão Técnica Independente (OSTI) para o LABGENE (2021 a 2026)	51
5.9.7	Serviço de Verificação de Estruturas de Segurança Nuclear do LABGENE (2023 a 2025)	51
5.9.8	Consolidação do Projeto do Prédio do Combustível (PC) – LABGENE (2023 a 2025)	51
5.9.9	Consolidação do Projeto do Prédio Auxiliar Controlado (PAC) – LABGENE (2023 a 2025)	52
5.9.10	Consolidação do Projeto do Sistema de Ventilação e Ar Condicionado (HVAC) do LABGENE (2023 a 2025)	52
5.9.11	Serviço de Apoio Técnico para o Desenvolvimento do LABGENE (2023 a 2025)	53
5.10	Participações da AMAZUL No âmbito PROSUB	53
5.10.1	Serviço de apoio técnico de engenharia para as atividades de desenvolvimento do Submarino Convencionalmente Armado com Propulsão Nuclear (SCPN) (2022 a 2024)	53
5.10.2	Estudos para otimização da blindagem radiológica para a PNE (2022 a 2024)	53
5.10.3	Estudos de bombas centrífugas e de deslocamento positivo da Planta Nuclear Embarcada (PNE) (2022 a 2024)	54
5.10.4	Estudo de Viabilidade do Sistema de Controle para a PNE (2023 a 2025)	54

5.11	Consolidação da análise de tendências.....	54
6.	ANÁLISE DO CASO ESTUDADO À LUZ DA TEORIA.....	60
6.1	A trajetória tecnológica percorrida pela AMAZUL.....	60
6.2	Análise sob a ótica Institucional e Schumpeteriana.....	61
6.2.1	Analogia das Práticas Monopolistas de Schumpeter com a Interferência Institucional no Setor Nuclear Brasileiro.....	61
6.2.2	A busca histórica da Marinha pela redução de custos de transação.....	62
7.	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Monteiro (1980) sugere que a Economia Institucional aplicada ao setor público encontra um de seus objetos de estudo mais aderentes. A afirmação se reveste de significância, posto que as instituições consistem no conjunto de regramentos que dirigem as escolhas de determinado organismo com potencial econômico. Nesse contexto, de fato o setor público é pujante tanto sob o aspecto das regras quanto dos efeitos na economia.

Tomando por base o disposto acima, a Defesa Nacional, subconjunto do setor público do país, bem público típico, seria bem aferida pela teoria institucional econômica. Sendo assim, este estudo que se debruça na trajetória tecnológica da empresa pública AMAZUL, para analisar o mercado nuclear e a atuação da Marinha do Brasil, por meio de seu Programa Nuclear.

Em outros termos, observa-se a atuação da Marinha do Brasil como demandante do Submarino Nuclear Convencionalmente Armado por meio da análise da trajetória tecnológica da empresa AMAZUL. Trata-se de empresa estatal criada por iniciativa da MB, para desenvolver e reter tecnologias para aplicação no Programa Nuclear da Marinha. Ademais pretende-se averiguar a hipótese de que a criação da AMAZUL, empresa que reúne os serviços especializados e a gestão do conhecimento para desenvolver a tecnologia na área nuclear, encerra modelo institucional adequado para desenvolvimento de tecnologia para a Marinha e para a sociedade brasileira, ou seja, tecnologia de uso dual.

1.1 Objetivo Geral

Isso posto, o objetivo geral do presente estudo é verificar os possíveis resultados econômicos obtidos no que diz respeito ao desenvolvimento de tecnologia de uso dual no setor nuclear por parte da empresa AMAZUL.

1.2 Objetivos Específicos

Para se chegar ao objetivo principal, o trabalho percorre etapas traduzidas por meio dos objetivos específicos, quais sejam:

- a) Estudar os fatos relevantes na linha do tempo do Brasil e da Marinha, desde antes da criação da AMAZUL, buscando as origens do interesse e o formato da atuação na tecnologia Nuclear;

- b) Assegurar análise científica do tema mediante a revisão da literatura. Para tanto, o arcabouço teórico utilizado reside na teoria econômica institucional, na teoria Schumpeteriana e no conceito de trajetória tecnológica desenvolvido na obra de Giovanni Dosi;
- c) Analisar a empresa AMAZUL para buscar padrões ou tendências que caracterizem sua trajetória. Fazê-lo mediante escrutínio dos relatórios de gestão, que fazem parte da transparência ativa da empresa;
- d) Investigar interseções entre a trajetória da AMAZUL e a teoria econômica trazida na revisão de literatura, aludindo ao contexto histórico, quando necessário; e
- e) Apontar possíveis comportamentos econômicos típicos de empresa pública gerida por Força Singular possibilitando futuros estudos análogos que reforcem quais são os resultados esperados no que diz respeito ao desenvolvimento de tecnologia de uso dual.

Mediante o exposto, a estrutura do trabalho reflete os itens acima almejando alcançar cada um dos objetivos específicos, culminando na resposta à pergunta de pesquisa já enunciada que resumidamente pode ser descrita como:

As opções da AMAZUL, empresa pública gerida por uma Força Singular, ao longo do tempo, perfazem uma trajetória tecnológica sob o ponto de vista econômico?

Assim, a seguir, o segundo capítulo inicia esse percurso oferecendo contextualização dos fatos históricos relevantes ao estudo econômico em questão. Relevância essa que será retomada no capítulo terceiro, reconhecida pelos economistas, tais como North, Coase, Monteiro e Dosi. North (2005), por exemplo, afirma que condições institucionais distintas devem ser observadas por países em desenvolvimento, sendo o conhecimento disperso uma das características típicas do desenvolvimento tardio.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO E ANÁLISE ECONÔMICA DO DESENVOLVIMENTO DO SETOR NUCLEAR

2.1 Histórico do programa nuclear brasileiro

As discussões sobre a questão nuclear no Brasil se intensificam meados dos anos 40, época em que era fornecida matéria prima brasileira para o projeto Manhattan¹, liderado pelos EUA (Patti, 2014). O fornecimento advinha do programa de cooperação entre Brasil e Estados Unidos assinado em 1940. Os EUA se interessavam sobremaneira, pois o Brasil fazia parte do ranking de países possuidores das jazidas de minerais físseis.

O Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva, que presidiu a Comissão de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas de 1946 a 1947, protagonizou a defesa de um programa de desenvolvimento de tecnologia nuclear independente. Em 1953 é instaurado o programa atômico brasileiro. Com Getúlio Vargas na presidência da república, o militar da Marinha do Brasil, Álvaro Alberto encontra o apoio necessário e é designado para presidir o recém-criado Conselho Nacional de Pesquisas, atualmente denominado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o CNPq.

Segundo Maraschin, Álvaro Alberto era contrário à exportação das jazidas de areias monazíticas para fomentar o monopólio estadunidense. O militar argumentava que pesquisadores como Lattes e seus trabalhos e descobertas sobre a partícula nuclear méson π eram um firme indicador da capacidade brasileira de desenvolver tecnologia nuclear internamente.

Sobre isso, cabe salientar que a Lei nº 1.310/1951 que criou o CNPq, também estabeleceu critérios nacionalistas e protecionistas ao uso dos minérios provenientes de solo brasileiro. A pauta nacionalista de Vargas somada a pauta de manutenção de soberania nacional do militarismo coadunaram para o fortalecimento da indústria de base brasileira. (Maraschin, p. 193)

Ainda sobre a Lei 1.310, cabe pontuar que outra personalidade atuou junto à Álvaro Alberto para viabilizar a aprovação. Renato Bayma Archer da Silva, então Deputado Federal pelo PSD do Maranhão, havia sido aluno do Almirante na Escola Naval. Ele compunha o time de nacionalistas que atuava em prol da causa da Ciência e Tecnologia no Congresso Nacional.

¹ O projeto Manhattan consistiu na mobilização de cientistas, engenheiros, químicos, para desenvolvimento de tecnologia nuclear com fins militares. Tal empreendimento foi responsável por desenvolver as bombas atômicas de urânio e plutônio lançadas em Hiroshima e Nagasaki no Japão.

Posteriormente, foi o primeiro ministro do Ministério de Ciência e Tecnologia, fundado em 1984.

Álvaro Alberto havia participado também da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). No âmbito da comunidade científica brasileira ele era respeitado e reconhecido. Assim, outro papel exercido por ele com a criação do CNPq, foi a “profissionalização dos cientistas, proteção de patentes, divulgação científica, a cientificização do território brasileiro, o estreitamento de laços entre cientistas nacionais e internacionais, etc.” (Maraschin, p. 188)

Na década de 1950, “o Brasil negociou a compra de equipamentos com a Alemanha Ocidental - ultracentrífugas para o enriquecimento de urânio e uma usina de produção de hexafluoreto de urânio – e com a França - usina de produção de dióxido de urânio”. Parte dessas aquisições foram fracassadas, apenas a ultracentrífuga foi recebida efetivamente em 1957, com contribuição das negociações realizadas por Renato Archer (Patti, 2014). Segundo Yamashita (2018) a iniciativa de compra com a Alemanha foi impedida pelos EUA por meio da apreensão realizada pelo Alto Comissariado dos EUA no Brasil.

Ainda na década de 50, mais especificamente em 1956, foi criada por meio de Decreto do então presidente Juscelino Kubitschek a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A esta instituição competiria o desenvolvimento de uma política nacional para uso pacífico da energia nuclear. Naquela ocasião a CNEN consistia num desmembramento da estrutura regimental no CNPq.

Sobre esse movimento, cabe contextualização. Devido ao cenário de cisão marcado pela pressão dos EUA para a importação de minerais atômicos; somado à pressão política interna entre governos Café Filho e JK; e em meio à CPI instaurada para investigar os rumos do projeto nuclear e possíveis irregularidades na exportação de tório, a pesquisa nuclear sai do CNPq e é criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Álvaro Alberto é demitido da presidência do CNPq e é procedida a retirada da gestão do assunto processamento de minerais físséis daquele Conselho, que passa para a CNEN.

No período que segue a CPI, já no mandato de Juscelino Kubitschek, houve fragmentação dos investimentos em energia nuclear. Ainda assim, segundo Patti, foi possível devido a um acordo com os EUA, “Átomos para a paz”, em 1955, o Brasil avançar apenas na área da pesquisa. Nesse sentido, o primeiro reator de pesquisa brasileiro foi conquistado ainda no ano de 1955 com a ajuda dos americanos e desenvolveu-se o segundo de maneira autônoma, apenas em 1962.

Sobre as dificuldades enfrentadas na implantação da tecnologia nuclear no Brasil, para além daquelas características de setores com alta concentração tecnológica, cabe destacar duas questões típicas desse setor que permearam as primeiras décadas de atividade de pesquisa e desenvolvimento. São elas o questionamento quanto ao uso bélico da tecnologia gerada, que significava muitas vezes a consternação na comparação com as bombas de Hiroshima e Nagasaki, bem como a questão dos efeitos nocivos à saúde que a exploração da energia nuclear pode causar em caso de vazamento indesejado. No Brasil houve acidentes radioativos em 1987, em Goiânia e em 2001, em Angra I, no Rio de Janeiro.

Em 1971, o Brasil (CNEN e Furnas) assina acordo de compra com os EUA (companhia norte-americana Westinghouse e a Comissão da Energia Atômica dos Estados Unidos - USAEC – United States Atomic Energy Commission). São adquiridos uma central núcleo-elétrica e o suprimento do combustível. Tal acordo marca o início da construção de ANGRA 1, a primeira Usina Nuclear Brasileira.

Sobre o acordo com os EUA, contudo, cabe ressaltar embargos bem retratados em entrevista concedida por Jair Albo Marques de Souza, em 2010:

Tínhamos um contrato de fornecimento de combustível com os Estados Unidos para Angra 1 que não deu em nada, foi bloqueado pelo Departamento de Estado. Tivemos que incluir a parte de Angra 1 no contrato com a Urenco, que até hoje supre o combustível de Angra 1. Tivemos que nos adaptar, planejamento é adaptação de áreas. Felizmente, mais tarde o Brasil desenvolveu por si próprio a ultracentrifugação.

No contexto da crise do Petróleo de 1973, a pauta do governo Geisel foi adquirir um ciclo completo de produção de combustível nuclear. Criou a Nuclebrás em 1974, desmembrada da CNEN que havia sido Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN) de 1971 até esse momento, e diante da dificuldade da transferência de tecnologia com os EUA, fechou acordo com a Alemanha para reatores do tipo PWR, reator a água leve pressurizada. Cabe citar Yamashita 2018:

Apesar da parceria com uma empresa norte-americana, o fornecimento de urânio enriquecido para abastecer a usina foi negado pelos Estados Unidos, resultando na aproximação entre Brasil e Alemanha que abriram caminho para os acordos teutobrasileiros, que resultaram na parceria que implantou Angra II

No decorrer dos anos seguintes o governo alemão decide pela tecnologia de enriquecimento com o método jet nozzle, que não havia sido testado a nível industrial satisfatoriamente e causou muitas críticas posteriores.

Sobre isso Leonam Guimarães (2003) explica que:

Quando da assinatura do Acordo, o País já dominava a etapa inicial do ciclo do combustível - da mineração do urânio até a produção do “yellow cake” - nas instalações de Poços de Caldas e o Centro de Engenharia Química do IPEN já dominava, em escala laboratorial, as etapas de purificação e produção de hexafluoreto de urânio (...)

Sem dúvida, a etapa do ciclo do combustível nuclear que representa o maior desafio tecnológico e que por esta razão motivara o Acordo Brasil-Alemanha é o enriquecimento isotópico de urânio (...)

A tecnologia de enriquecimento que os alemães haviam desenvolvido e que inicialmente se dispunham a transferir era a da ultra-centrifugação. Tivemos então, na assinatura dos contratos comerciais em que se desdobrou o Acordo, um fato insólito: alegando bloqueio da Holanda, um de seus parceiros no consórcio URENCO, bloqueio este que teria sido motivado por pressão dos EUA durante a negociação dos contratos, a Alemanha retirou a possibilidade de venda da tecnologia de ultra-centrifugação. Ofereceu, como sucedânea, a tecnologia de enriquecimento por jato centrífugo (“jet nozzle”), que se encontrava e ainda se encontra em desenvolvimento - nós brasileiros participaríamos deste desenvolvimento, financiando-o. Infelizmente nossos negociadores de contratos aceitaram essa modificação, o que significa que concordaram que nossos cofres públicos pagassem um alto preço por um grande pacote de compra de centrais que trazia em seu bojo o desenvolvimento de uma tecnologia de enriquecimento isotópico de urânio - o ponto principal do Acordo - que por sinal não era, e continua não sendo, nada promissora sob os aspectos técnicos e econômicos.

As dificuldades eram tamanhas para o avanço dos projetos na área nuclear. Segundo Alves 2014, a Usina de Angra I só começou a gerar energia em 1982 e a comercializá-la em 1985. Angra II teve sua construção interrompida ao início dos anos 1980.

Ao final do governo Geisel (1974 a 1979), diante de outra CPI e descontentamento por conta das deficiências no acordo com a Alemanha, as Forças Armadas prosseguiram com um projeto paralelo para desenvolvimento de tecnologia nuclear, em coordenação com a CNEN. O programa paralelo será mais detalhado na seção seguinte.

Em fins da década de 80 e na década de 1990 o destaque foi a parceria estabelecida entre Brasil e Argentina com acordo de uso pacífico da tecnologia nuclear. Essa interação trouxe incentivo a uma espécie de necessidade de desenvolvimento devido à emulação entre as nações, mas sobretudo fortaleceu a preocupação do aspecto de questionar a intenção bélica de cada parte.

O decorrer da década de 90 marcou um período sem um saldo positivo consolidado para o programa nuclear brasileiro. A exemplo disso, foi suspensa a construção das plantas nucleares em Angra 2 e 3. No quadrante militar, a Marinha suspendeu o projeto para desenvolvimento do submarino movido à propulsão nuclear.

Nos anos 2000, finalmente Angra 2 é inaugurada e o programa nuclear brasileiro recebe uma parcela de sobrevida depois dos governos de Itamar e FHC que haviam deixado a iniciativa nuclear sem incentivos.

Nesse sentido, ainda que a paulatinos avanços e reiterados planejamentos o programa nuclear brasileiro saiu da inércia e em 2004, por exemplo, a Marinha e a INB fecham acordo para produção de centrífugas na Marinha e enriquecimento na INB.

Mas é em 2007 que os investimentos estatais dão impulso mais significativo ao setor. Em 2007 houve investimento de 1,2 bilhões que permitiu a retomada da construção de Angra 3, o que aconteceu em 2009.

Já em 2021 foi atualizado o marco legal do setor com a aprovação da Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021, que cria a Agência Nacional de Segurança Nuclear (ANSN). A Agência consistirá em um desdobramento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) para separar as atividades de pesquisa e desenvolvimento, que permanecerão sob coordenação da CNEN, das atividades de fiscalização, que passarão a ser monitoradas pela ANSN.

Com a ANSN espera-se amadurecimento em áreas tais como tratamento de rejeitos e protocolos de prevenção e atuação em caso de acidente nuclear. Contudo, ainda em 2025 não houve completa estruturação da Autarquia, principalmente por escassez orçamentária.

Historicamente, o governo brasileiro adota prioridades outrem que marginalizam o desenvolvimento da atividade nuclear. Nesse sentido, o PNM se reveste de importância. A Marinha elege a tecnologia associada à energia nuclear como partícipe do seu portfólio de projetos estratégicos, conforme será detalhado na seção 1.3.

2.2 O Plano Autônomo de Tecnologia Nuclear (PATN) ou ‘Programa paralelo’

Yamashita 2018 relata que o projeto paralelo, também denominado Plano Autônomo de Tecnologia Nuclear (PATN) foi pensado para dar continuidade à tecnologia com a qual os pesquisadores já haviam tido contato. Tal programa consegue ser levado adiante durante o governo Sarney. Para o mesmo autor, isso se deveu à agenda aberta com que o presidente iniciou seu mandato inesperado em virtude do falecimento de Tancredo Neves.

A Marinha teve a iniciativa de contribuir com a criação de um programa que integrava pesquisa e desenvolvimento. Para os militares havia ficado claro que o acordo com a Alemanha não traria grandes avanços. A opção da Marinha foi pelo projeto de pequenos reatores com a tecnologia PWR, com vistas desde então a utilizá-la na propulsão de submarinos nucleares. Ato contínuo ocorreu a instituição do Programa Nuclear da Marinha em 1979.

Em entrevista com Othon Luiz Pinheiro da Silva² (Patti), o oficial relata que o PATN iniciou em 1977 por iniciativa da Força Aérea na pessoa do Coronel Amarante, que faleceu em 1981. Ele, Othon Luiz, acaba vendo nessa parceria a possibilidade de desenvolver parte de seu

² Othon Luiz é oriundo da Marinha (Vice-Almirante da reserva) e foi um dos fundadores do Programa de Desenvolvimento do Ciclo do Combustível Nuclear e da Propulsão Nuclear para Submarinos e foi presidente da Eletronuclear.

trabalho no âmbito institucional já criado na FAB, que proporcionou estrutura menos burocrática nesse início. Na época o Almirante Maximiniano, que depois se tornou Ministro da Marinha do governo Figueiredo, o autorizou a trabalhar destacado nas instalações da FAB. Othon conta que o prédio do IPEN foi construído com recursos da Marinha mediante convênio da FAB.

E foi no período do mandato do presidente Sarney que foi iniciada e concluída a base de ARAMAR em Iperó, São Paulo. A construção foi motivada pelo plano paralelo de desenvolvimento de tecnologia nuclear das Forças Armadas, para realização das atividades que caberiam à Marinha do Brasil e impulsionado por questões diplomáticas, conforme segue abaixo.

No período em que o Brasil se aproximou da Argentina no acordo de não proliferação de tecnologia nuclear para fins bélicos, o programa paralelo estava em andamento. Na época, tal interação entre nações contribuiu para que, em um ano, saísse do papel o projeto da usina de enriquecimento em Iperó. Trecho da entrevista com o Vice-Almirante Othon Luiz:

Raúl Alfonsín³ convidou o presidente Sarney para visitar Pilcaniyeu²²¹ em setembro. Isso gerou um problema, pois a única visita que poderia ter um significado equivalente ao convite feito pelo presidente argentino era a usina de enriquecimento que eu havia proposto em Iperó. Em janeiro de 1987, um oficial de um posto acima do meu perguntou-me se era possível fazer a usina para que Alfonsín a visitasse em 15 de março. Eu disse que seria difícil, mas ele falou que teria que dar. Tínhamos que fabricar as centrífugas, fazer as válvulas, a tubulação, o prédio, tudo. Os trabalhos começaram imediatamente. Em 22 de fevereiro de 1988, às seis horas da manhã, a usina de enriquecimento entrava em operação. O fato é que fizemos uma usina de enriquecimento em um ano. Não foi fácil.

O programa paralelo veio a público em 1987, no governo Sarney, quando foi anunciado ao país e à comunidade internacional que o Brasil havia desenvolvido capacidade de enriquecer Urânio de maneira autônoma. Durante a presidência de Collor o programa foi extinto com o marco político do fechamento da Base de Cachimbo no Pará, onde eram realizadas provas e testes de explosivos nucleares.

O PNM, por sua vez, se manteve deixando de ser apenas uma das iniciativas do PATN, o qual foi extinto em 1990.

2.3 O Histórico do Programa Nuclear da Marinha

³ Alfonsín foi presidente da Argentina de 1983 a 1989.

No cenário mundial, o primeiro submarino movido a energia nuclear foi lançado ao mar em 1955, pela Marinha Americana. Era o USS Nautilus. Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, contudo, haviam iniciado na década de 1940. Em 1962, a Marinha dos EUA possuía 26 submarinos nucleares em operação e 30 em construção. Atualmente, a fronteira tecnológica que tangencia os setores nuclear e naval encontra-se no desenvolvimento de navios cargueiros nucleares.

Nesse período, a Guerra Fria decorria em seus tempos mais intensos de tensão e corrida armamentista. A Rússia caminhava em paralelo desenvolvendo seus próprios submarinos.

Nos anos que se seguiram, a Grã-Bretanha (com tecnologia compartilhada pelos EUA), China e França foram bem-sucedidas no desenvolvimento de seus próprios submarinos movidos a energia nuclear. A Índia adentra o ramo em 2009, com o SSBN Arihant e se mantém em atividade. Atualmente, os EUA possuem todos os porta-aviões e submarinos movidos a energia nuclear. (DE MOURA, 2019)

No Brasil, o Programa Nuclear da Marinha (PNM) foi criado em 1979. Naquela época, as iniciativas, do então presidente Figueiredo, haviam retraído os investimentos na pesquisa nuclear mais ampla, pelo Programa Nuclear Brasileiro (PNB). No entanto, a Marinha possuía motivações estratégicas para garantia de proteção da costa e mar jurisdicionado ao Brasil. (Alves, 2014)

A motivação a que se refere o parágrafo acima diz respeito à dimensão da área territorial das águas jurisdicionadas ao Brasil, guardadas pela Marinha. Trata-se de 5,7 milhões de km² a serem protegidos, num período marcado por polarização geopolítica extrema e tensões militares latentes. Daí partiu a iniciativa da Marinha de buscar o desenvolvimento da tecnologia nacionalmente. A interpretação da época é que se tratava de questão de Estado obter o conhecimento do desenvolvimento tecnológico. Era estratégica a busca da autonomia no desenvolvimento da tecnologia dos submarinos nucleares. O exercício da Defesa de um país de dimensão e riqueza natural pujantes não poderia dar lugar à fragilidade da dependência tecnológica.

O protagonista do PNM, o Submarino com propulsão Nuclear (SPN), tem o potencial de defesa maior do que navios e submarinos convencionais, uma vez que conta com o efeito surpresa. Isso porque o submarino nuclear não opera em superfície como os navios de guerra. Além disso, se comparado aos submarinos convencionais, ele não possui a necessidade de emergir periodicamente para reposição de baterias nem apresenta queima de combustível e emissão de calor e ruídos que seja de fácil rastreabilidade por satélites especializados (Guimarães, 2003).

Desde 1979 aos dias atuais houve desenvolvimento e avanços tecnológicos derivados do programa, mas houve também atrasos consecutivos aos objetivos originais em virtude de descontinuidade dos investimentos públicos previstos. Houve suspensão por parte do governo das remessas de orçamento para o programa de 2003 a 2007, a retomada ocorreu em 2008 (Durovni, 2008), mas as oscilações permaneceram.

Os dados atuais extraídos do endereço eletrônico oficial da Marinha na internet mencionam que os dois principais projetos do Programa Nuclear da Marinha (PNM), atualmente, são o **Ciclo do Combustível Nuclear** e a **Planta Nuclear Embarcada** (PNE). Tais projetos são essenciais para a construção do submarino convencionalmente armado com propulsão nuclear (SPN).

Para melhor compreensão do PNM há que se falar paralelamente do Programa de Submarinos (PROSUB), pois eles caminham ombreados. Criado em 2008, em parceria com a França, o PROSUB tinha por objetivo a criação de quatro submarinos convencionais, um submarino com propulsão nuclear, além de Estaleiros, uma Base Naval e uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM) no município de Itaguaí, no Rio de Janeiro. Nessa empreitada, a Marinha do Brasil (MB) vem cumprindo com o objetivo de concluir a produção de submarinos modernos, além de infraestrutura naval de ponta.

Em 2018, foram concluídos o Estaleiro de Construção e o primeiro submarino convencional, o “Riachuelo”, S40. Em 2020, foi lançado ao mar o submarino “Humaitá”, S41. Há também, no escopo do programa, a construção dos submarinos com a tecnologia da classe dos submarinos franceses Scorpène, o “Tonelero” já em fase de testes, e o “Angostura”, cujo nome foi alterado para “Almirante Karam” em 2025. Pelos dados da página eletrônica da AMAZUL, na agenda do Diretor Técnico, em 26 de novembro de 2025 será realizada a entrega do “Tonelero” e o lançamento ao mar do “Almirante Karam”, S42 e S43, respectivamente (AMAZUL, 2025). Caminhando em envergadura produtiva e tecnológica a MB almeja chegar à conclusão do submarino “Álvaro Alberto”, o SPN, previsto para ser lançado ao mar em 2035 segundo entrevista concedida pelo Almirante Alexandre Rabello de Faria, Diretor-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (CNN Brasil, 2025).

Com relação ao suporte institucional no qual estão debruçadas as ações de desenvolvimento nuclear da Marinha, a Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha a DGDNTM, como mencionado acima, é comandada por um oficial general que compõe o alto comando da Marinha. Criada em 2016, por meio do Decreto nº 8.900 de 10/11/16, a Diretoria-Geral integrou o Sistema de CT&I na Marinha e reuniu sob sua subordinação as atividades do PROSUB e do PNM antes aspergidas em outras Diretorias da

MB. Para além da DGDNTM, outra importante instituição no desenvolvimento do Programa é a empresa pública AMAZUL.

A Lei nº 12.706 de 08 de agosto de 2012, sancionada pela então presidente Dilma Rousseff, autorizou a constituição da Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. – AMAZUL. A criação veio na sequência por meio do Decreto nº 7.898, de 1 de fevereiro de 2013. A ativação ocorreu em 16 de agosto de 2013. A empresa é vinculada ao Ministério da Defesa, por meio do Comando da Marinha. O intuito de sua criação foi dar suporte ao PNM.

A criação da AMAZUL possibilita que se institucionalize em uma empresa as iniciativas da Marinha que resultaram em contribuições valiosas para a tecnologia nuclear no Brasil. Reunir em uma empresa o pessoal técnico para cumulatividade de conhecimento e as tecnologias desenvolvidas para gerar apropriabilidade, se reveste de importância, pois significa estar dentro de fronteiras institucionais bem definidas.

Yamashita 2018 afirma que as vantagens obtidas com a criação da AMAZUL incluíram a possibilidade de um formato mais flexível de contratação de pessoal, retenção de conhecimento e de tecnologia, integração econômica do setor mediante parcerias empresariais e trocas com o setor produtivo. Um exemplo do ganho na criação da empresa é que a época, por fazer parte do Programa de Aceleração do Crescimento⁴ (PAC), a AMAZUL usufruía de benefícios tais como a autorização para realizar aquisições sob a égide do Regime Diferenciado de Contratação (RDC). Atualmente, outra vez contemplada pelo PAC retomado em 2023, por meio do PNM e do PROSSUB, a AMAZUL reporta-se legalmente ao amparo da Lei das Estatais (Lei 13.303/2016).

Mais adiante, será observado, ainda, se quanto aos desdobramentos da atuação da AMAZUL no campo da indústria nuclear e naval, há convergência para caracterização de criação, fortalecimento ou simplesmente usufruto de um Sistema Setorial de Inovação. Isso porquê a questão da construção e localização da base de Aramar visando ao desenvolvimento do setor nuclear e naval interage com uma rede que envolve instituições de ensino, parque de pesquisa, empresas e governo. Essa rede possui o potencial de auxiliar o desenvolvimento do setor com o decorrer dos anos, ainda que de maneira descontínua.

2.4 A estruturação institucional do setor nuclear Brasileiro - principais atores do estudo

⁴ O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) é um programa do Governo Federal, implementado desde o primeiro governo Lula (2008) que perdurou até o Governo Dilma e é retomado no mandato atual de Lula (2023 a 2026) que consiste em investimento público em infraestrutura, logística, energia. Muitos dos projetos estratégicos militares estiveram ou estão abarcados no âmbito do programa.

O presente estudo pautará a análise econômica no Programa Nuclear da Marinha, na figura da empresa AMAZUL. Para tanto, como vimos no histórico trazido nas páginas acima, há outras importantes instituições que para o melhor entendimento do setor nuclear brasileiro merecem um detalhamento de composição institucional e financeiro-orçamentária. Nesse ínterim, seguem abaixo tais descritivos.

2.4.1 Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

A CNEN, criada em 1956 pelo Decreto nº 40.110/1956, como desdobramento da estrutura regimental do CNPq, atualmente está vinculada ao Governo Federal por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). A Comissão realiza pesquisa, desenvolvimento, e regulação do setor. Sendo este último aspecto em processo de transferência para a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), conforme já exposto no item 1.1. A sede da CNEN encontra-se no Rio de Janeiro, e há mais cinco unidades pelo Brasil. Dentre as quais salienta-se o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo.

Dentre os R\$ 2,43 bi que compõem as variações patrimoniais aumentativas da CNEN para o ano de 2024, o Relatório de Gestão da Comissão informa que R\$ 2 bilhões são provenientes de transferências intragovernamentais. Demais valores são os provenientes de outros instrumentos contratuais congêneres utilizados para transferência de recursos no âmbito da União.

A principal interação entre a CNEN e a AMAZUL que será objeto de estudo neste trabalho é o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). Este equipamento que se pretende construir possui alta tecnologia e apresenta característica de versatilidade como reator de pesquisa uma vez que possibilita produção de radioisótopos para uso na indústria, agricultura, medicina, meio ambiente.

2.4.2 Eletronuclear

A Eletronuclear foi criada em 1997 com a finalidade de construir operar e gerir as usinas termonucleares brasileiras. A empresa que é uma economia mista em que o estado brasileiro opera ações majoritárias por meio da estatal Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar). Sua criação ocorreu da fusão da área nuclear de Furnas

Centrais Elétricas com a Nuclebrás Engenharia S.A. (Nuclen) e até 2022 foi subsidiária da Eletrobrás. Com a privatização desta, passou ao controle da ENBPar.

Atualmente encontram-se em operação as Usinas Angra 1 e 2, responsáveis por 3% da energia elétrica consumida no Brasil. A empresa possui sua sede no Rio de Janeiro e suas centrais nucleares em Angra dos Reis.

Com relação às interações entre Eletronuclear e AMAZUL, por meio do convênio firmado em 2019, detalhado no capítulo 4, a empresa vinculada à Marinha participou da execução do projeto de extensão da vida útil da Central Nucleoelétrica de ANGRA-1.

2.4.3 Fundação Parque de Alta Tecnologia da Região de Iperó e Adjacências (PATRIA)

A Fundação PATRIA é uma fundação privada que ora atua como fundação de apoio por meio de autorização concedida na forma de credenciamento junto ao governo federal. Na condição de fundação de apoio a atuação se dá sem fins lucrativos. Para o caso do apoio prestado à AMAZUL, a fundação assinou credenciamento junto ao Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. O instrumento contratual prevê apoio ao CTMSP da Marinha. Por meio de autorização do Centro, o credenciamento se entende a parceiros, tais como AMAZUL, CNEN e IPEN.

O principal objetivo da fundação é criar condições para o desenvolvimento de indústrias de alta tecnologia na região de Iperó. Sua criação remete ao ano de 1990 em que a Marinha do Brasil, o Ministério de Ciência e Tecnologia e a Prefeitura de Iperó assinaram um convênio para propiciar condições para que indústrias de alta complexidade se instalassem na região. Preferencialmente na área nuclear.

Atualmente a fundação apoia a AMAZUL em empreendimentos tais como a ampliação da Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU) localizada na INB - Indústrias Nucleares do Brasil, em Resende – RJ; na atuação na extensão da vida útil de Angra 1; e demais convênios para desenvolvimento institucional da empresa.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Teoria schumpeteriana

Em sua obra, Schumpeter (1997) comenta a teoria clássica do desenvolvimento econômico e a delimita como a teoria que alcança apenas os efeitos econômicos que ocorrem em “fluxo circular”. Depois disso, ele adentra a sua própria teoria que estuda os fenômenos que alteram o curso desse dito fluxo circular. Esses fenômenos, segundo o autor, são causados por mudanças espontâneas e descontínuas que alteram definitivamente o fluxo circular e o equilíbrio progressivo. Schumpeter explica ainda que tal fenômeno de mudança se relaciona às esferas industrial e comercial, e não aos gostos dos consumidores. Ele considera que os “gostos são dados” e “a espontaneidade das necessidades em geral é pequena” (SCHUMPETER, 1997, p.75).

Mais adiante, o economista delimita o que considera desenvolvimento econômico, segundo sua teoria. Primeiramente demarca que as mudanças produtivas ocasionadas por novas combinações de matérias e forças não são consideradas como desenvolvimento. Para se caracterizar como desenvolvimento é necessário que haja descontinuidade no surgimento da novidade no arranjo de materiais e forças. Assim, Schumpeter enumera as possibilidades das novas combinações gerarem desenvolvimento:

- 1) Introdução de um novo bem — ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados — ou de uma nova qualidade de um bem.
- 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria.
- 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não.
- 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada.
- 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, 1997, p.76)

Além disso, o autor considera que para haver as novas mudanças o financiamento é essencial. Nesse aspecto ele ressalta a importância dos bancos, colocando-os como um fenômeno necessário ao desenvolvimento. Para tanto há uma exceção nos casos em que há uma “autoridade central que dirige o processo social” (SCHUMPETER, 1997, p.83). Sobre isso é

interessante o paralelo com a teoria Institucional, em que a instituição atua justamente como essa exceção que interfere no curso autônomo do processo social e econômico.

Ademais, é pontuado que à realização de novas combinações se dá o nome de empreendimento, e os agentes dessas combinações denomina-se empresário. Este agente pode não ser o dono da empresa, mas um gerente de operações, por exemplo. Sobre este conceito do empresário, Schumpeter dedica longa análise, da qual se extrai o breve excerto.

No peito de quem deseja fazer algo novo, as forças do hábito se levantam e testemunham contra o projeto em embrião. É, portanto, necessário uma força de vontade nova e de outra espécie para arrancar, dentre o trabalho e a lida com as ocupações diárias, oportunidade e tempo para conceber e elaborar a combinação nova e resolver olhá-la como uma possibilidade real e não meramente como um sonho. Essa liberdade mental pressupõe um grande excedente de força sobre a demanda cotidiana e é algo peculiar e raro por natureza. (SCHUMPETER, 1997, p.93)

Cabe ainda um excerto sobre a destruição criativa de Schumpeter. Essa denominação é atribuída ao fenômeno em que há mutação das práticas industriais e econômicas, inaugurando nova tecnologia. Isso ocorre de forma que tal evolução representa uma destruição do cenário anterior e a criação de um novo. O economista afirma que a transformação econômica não se faz de forma estacionária, pelo contrário o impulso fundamental da máquina capitalista, segundo o autor, é o advento de novos bens de consumo, os novos métodos de produção ou transporte, os novos mercados e as novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista (SCHUMPETER, 2017, p.119).

Destarte, Schumpeter acrescenta que o movimento evolucionário da economia capitalista se faz próspero sob evidências concretas. Ele cita o período entre as décadas de 1890 e 1910 em que o protagonismo foi do advento das grandes corporações e a produção não regrediu, ao contrário, houve taxa de crescimento da produção positiva na economia mundial.

Sobre as grandes corporações citadas no parágrafo anterior, tratar das práticas de mercado expõe as tendências monopolistas que atuam como falhas de mercado estruturadas se olhadas pela ótica da economia clássica. Contudo, ao que a teoria de Schumpeter indica trata-se da forma natural com que o mercado se comporta. Proteger posições, precificar incluindo riscos presumidos, pode ser apontado como práticas predatórias e perda de oportunidade de maximizar produção, mas são na verdade a forma natural e espontânea de um curso de expansão de longo prazo, e segundo Schumpeter se faz mais positivo do que negativo. Voltaremos a essa questão mais adiante para propor uma analogia entre ‘as práticas monopolistas’ de Schumpeter com a ação Institucional, uma vez que ambas podem provocar mudanças econômicas que, ainda que não sejam recomendadas pela teoria clássica, no longo prazo, encerram sua repercussão positiva no cenário econômico do setor tecnológico.

3.2 A Teoria Econômica Institucional

Monteiro (1980) conceitua que a Economia Institucional apresenta “posição analítica em que as instituições de fato são relevantes e, assim, é indispensável que os aspectos institucionais (ou organizacionais) sejam “endogeneizados” pela teoria econômica.” Segundo o mesmo autor, a economia neoinstitucionalista expande-se para abrigar campos das ciências sociais, sobretudo da ciência política.

North (2005) defende que a estrutura organizacional pode ser melhorada mediante estudo dos custos de transação. Segundo ele, deve-se comparar custos de transação entre organizações a fim de identificar os desperdícios e superar o baixo desempenho econômico. Para tanto é necessário conhecer a herança cultural à qual a instituição está inserida e o conjunto de crenças da sociedade que podem facilitar ou atrapalhar os objetivos da organização.

Ele defende que oportunidades são proporcionadas pela estrutura institucional da sociedade. Isso porque essas instituições reduzem incertezas uma vez que enrijecem as margens de mudança, por meio de seus regramentos. As modificações, quando admitidas, ocorrem de maneira incremental. Assim, as instituições são conduzidas pelas escolhas. Contudo, essas escolhas são tolhidas pelo arcabouço institucional que segue regras e restrições formais e informais.

Coase (2022) coaduna com a teoria econômica institucional. Nessa obra, cuja primeira versão foi publicada na década de 1980, o economista critica a ausência de pesquisa aplicada sobre a economia industrial, e menciona que nos anos 20 e 30 houvera sido contemplado o tema inclusive por meio de estudos do desenvolvimento industrial baseados em relatos históricos. Metodologia que se assemelha às trajetórias conforme será tratado adiante. Na sua contemporaneidade, contudo citou carências de estudos da política econômica industrial e salientou a necessidade de estudar a vertente das firmas industriais geridas pelo governo. Em sua opinião a solução para a carência relatada seria o estudo por abordagem direta. “Tal abordagem se concentraria nas atividades que as firmas realizam, e exigiria empenho para descobrir as características dos agrupamentos de atividades dentro das firmas” (COASE, 2022, p. 143)

North (2005) pontua que há disparidade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, na questão institucional. Nesse ínterim, nos países em desenvolvimento, as instituições carecem da capacidade de reduzir custos mediante reunião de conhecimento disperso e isso acarreta potencial de produtividade menor. A solução reside na atuação das

instituições de maneira intervencionista para que por um período de tempo finito seja reunido o conhecimento disperso e reduzido o custo de transação para determinada atividade econômica. Isso se dá por meio do conjunto de regras que a instituição consegue dispor de forma organizada para aquele objetivo.

Em North (2018) associa-se a mudança institucional ao desempenho econômico. Isso ocorre uma vez que as mudanças incrementais implementadas nas instituições percorrem trajetórias. Ou seja, as restrições institucionais evoluem com o tempo (não necessariamente de maneira positiva, a reduzir custo de transação) e a observação desse fenômeno permite compreender o caminho que se está trilhando no médio e longo prazo.

Nesse contexto, North destaca o papel do conhecimento e a forma como ele se acumula, como ele evolui e como será empregado. Esse insumo exerce papel preponderante na trajetória institucional. O autor diferencia o conhecimento tácito do conhecimento comunicável, conforme segue *ipsis litteris*.

Conhecimento comunicável, como dá a entender a denominação, é o conhecimento que pode ser transmitido de uma pessoa para outra. O conhecimento tácito (expressão cunhada por Michael Polanyi, em *The Tacit Dimension*) é, em parte, adquirido mediante a prática, podendo ser comunicado apenas de maneira parcial; indivíduos diferentes têm diferentes capacidades inatas para adquirir conhecimento tácito. (NORTH, 2018, p.129)

Finalizando esse rol teórico sobre gestão do conhecimento, a obra do autor menciona ainda que a conversão de conhecimento puro em conhecimento aplicável manifesta a capacidade de realizar inovação e engendrar a mudança técnica rumo ao desenvolvimento.

Soma-se a isso o conceito de *public choice* que busca esclarecer as questões do processo de escolha e seleção das aplicações do investimento pelo Estado e suas intercessões com o campo econômico. Nessa abordagem, retomando Monteiro (1980), o autor pontua que o agente político apresenta comportamento de alocação distinto da lógica do agente econômico. Isso ocorre, pois, o agente político busca decisões que o viabilizem uma coalizão majoritária e consequentemente aumento em seu potencial de votos. Por outro lado, o agente econômico busca tão somente as escolhas econômicas mais eficientes.

Sobre o processo da *public choice* no contexto da orçamentação das Forças Singulares, há características institucionais *suis generis*. Cabe aqui uma exemplificação dessas influências por meio da análise do orçamento público à luz do conceito institucionalista supracitado. Para tanto, será comparado o orçamento discricionário, que pode ser identificado pelo Resultado Primário (RP2-despesas discricionárias e pelo antigo RP3-PAC, Programa de Aceleração do Crescimento) na Lei Orçamentária Anual no Brasil e o orçamento proveniente de emendas

parlamentares. Ou seja, excluindo-se da presente análise as despesas obrigatórias com pagamento de pessoal, da seguridade social, despesas financeiras e outros.

Tabela 1 – Dotação LOA 2025 - Comparativo Ministérios da Defesa e do Turismo

Orçamento Defesa - LOA2025	Autorizado	
TOTAL	R\$ 11.747.087.610,00	100%
DESP. PRIM. DISCRICIONÁRIA	R\$ 6.451.925.685,00	54,92%
DESP. PRIM. DISC. (PAC)	R\$ 5.068.517.986,00	43,15%
DESP. PRIM. DISC. (EMENDAS INDIVIDUAIS)	R\$ 173.794.265,00	1,48%
DESPESA DISCRICIONARIA DECORRENTE DE EMENDA DE BANCADA	R\$ 52.849.674,00	0,45%
PARCELA PROVENIENTE DE EMENDAS PARLAMENTARES – DEFESA		1,93%

Orçamento Ministério Turismo - LOA2025	Autorizado	
TOTAL	R\$ 2.254.415.787,00	100%
DESP.DISC.DECORRENTE DE EMENDA SF,CD E COMISSAO MISTA CN	R\$ 1.350.000.000,00	60%
DESP. PRIM. DISCRICIONÁRIA	R\$ 666.094.978,00	30%
DESPESA DISCRICIONARIA DECORRENTE DE EMENDA DE BANCADA	R\$ 163.965.000,00	7%
DESP. PRIM. DISC. (EMENDAS INDIVIDUAIS)	R\$ 74.355.809,00	3%
PARCELA PROVENIENTE DE EMENDAS PARLAMENTARES - TURISMO		70%

Fonte: Siga Brasil – Senado Federal

Isso posto, o orçamento remanescente perfaz o montante que o poder executivo destinou para a pasta, seguindo a cadeia institucional. Ou seja, no caso da Defesa, iniciando no Estado-Maior de cada força singular, passando pelo Ministério da Defesa e seguindo para o Órgão de planejamento orçamentário do Governo Federal, até ser previamente aprovado em forma de projeto de lei orçamentária e submetido ao Legislativo para apreciação e aprovação.

Na apreciação da LOA pelo Congresso Nacional, pode haver alterações. Contudo estes emendamentos não alteram o cerne pretendido na tessitura da peça orçamentária da pasta da Defesa. Diferentemente do Ministério do Turismo, por exemplo, em que a maior parte de seu orçamento é proveniente de emendas parlamentares, para a LOA de 2025. Verifica-se que a interação do agente político na tessitura do orçamento para a pasta do Turismo se sobressai claramente na figura das emendas parlamentares. Na tabela 1, verifica-se que cerca de 70% do orçamento discricionário da pasta do turismo é proveniente de emendas parlamentares, ao passo que no âmbito da Defesa Nacional esse montante perfaz o percentil de 1,93%.

Nesse sentido, pretendeu-se salientar que a escolha pública para a pasta da defesa sofre a influência do *policy-maker* de maneira característica. Predominantemente os agentes institucionais que definem o orçamento da política pública em sua origem determinam o orçamento que será aplicado para o período. Ou seja, no caso da Defesa a figura do *policy-maker* está mais próxima a figura do burocrata.

Feita essa introdução, o objetivo é trazer à baila que o orçamento para os comandos militares perpassa um arcabouço institucional próprio, que guarda características típicas devido à formação do estado brasileiro e ao processo de tomada de decisão pelos pilares e valores militares. Como a pauta neste capítulo é a importância que as características institucionais representam no processo econômico, é necessário pontuar que os estudos para os quais a lógica de otimização das decisões é a disputa pelo voto, não se aplicam à lógica da caserna.

O militar salvo por escolhas particulares que o afasta do serviço ativo temporária ou efetivamente para se candidatar, está sujeito a outro processo para escolha de seu corpo em nível estratégico. Esse processo não é sufragista, mas sim a escolha pela meritocracia. Todos os oficiais gerais são elegidos pelos pares militares mais antigos e, apenas o Comandante de cada Força, é escolhido pelo presidente da República. Quando chega a este posto, o oficial já carrega uma bagagem profissional de cerca de 40 anos de serviço sempre na mesma instituição.

O exposto acima traz o primeiro ponto que é a vida na caserna. A inserção nos valores militares de forma estável e sólida, perfaz a formação dos militares da alta cúpula na hierarquia, aos quais cabe apontar as direções para onde seguirá a Força. Depreende-se aqui que estabelecer tais direções faz-se equivalente à adoção das políticas públicas da pasta.

Um segundo ponto, é o curso da história do Brasil e o papel das instituições militares na formação do país. Sobre isso, a intenção é pontuar que a Marinha, o Exército e a Aeronáutica possuíam autoridades representativas no cenário político do país, até a década de 80, desde o império. Ainda que atualmente as autoridades militares estejam dentro da hierarquia em que há um ministro antecedendo quaisquer tratativas com o dirigente máximo da nação, ter figurado dentre o mais alto nível de decisão do país por longo período acarretou em representatividade institucional elevada.

Para exemplificar tais afirmações pode-se enumerar: Controle do Tráfego Aéreo de aeródromos civis, arrecadação de taxas de companhias aéreas que compõem um fundo para manutenção de infraestrutura aeroportuária; criação de empresas gerenciadas por Forças Singulares, ainda que em alguns casos tenham sido repassadas à iniciativa privada ou falido (Embraer, Emgepron, Amazul, ALADA, NAvBrasil, Celma, IMBEL), construção de estradas,

pontes e aeroportos principalmente no nordeste e na Amazônia favorecendo a integração nacional.

3.3 Mudança técnica e trajetórias tecnológicas

A obra *Mudança técnica e transformação industrial* de Giovanni Dosi consiste em uma ampla abordagem teórica em primeiro momento, e, a cada capítulo, o autor adiciona o caso da indústria dos semicondutores para exemplificar toda a conceituação preposta. O foco de Dosi para analisar a indústria é a mudança técnica. Dado este objeto de pesquisa ele percorre autores das mais diversas escolas do pensamento econômico e realiza um compêndio qualificado.

O esclarecimento realizado acima visa elucidar a motivação para a opção metodológica deste trabalho. Isso porque a obra de Dosi estabelece um modelo que possibilita extrapolação para outras investigações empíricas. Neste caso, a indústria nuclear brasileira no quadrante das iniciativas protagonizadas pela Marinha do Brasil.

Por conseguinte, faz-se mister tratar sobre os principais tópicos da teoria apresentada na obra em questão, o que se pretende nesta seção. Para assim, adiante, justapor a teoria da mudança técnica de Dosi às características do Programa Nuclear da Marinha no intento de responder ao problema da presente pesquisa. Assim, cabe traçar a linha teórica que Dosi utiliza para explicar o desenvolvimento da tecnologia dos semicondutores.

Primeiramente, o autor faz uma crítica às teorias de indução pela demanda. Ele destaca a importância de analisar o impulso por parte da oferta (*Demand-Pull* x *Technology-Push*). Ele menciona a questão subjetiva na definição da demanda, uma vez que se torna imprecisa a definição de uma necessidade por algo que propriamente ainda não existe, que será tecnologicamente desenvolvido. Essa é a questão chave aqui. “Cada necessidade não pode emergir antes da invenção básica a qual se refere.” (Dosi, 2006, p. 31)

Nessa discussão, há um ponto de consenso com a teoria neoclássica da indução pela demanda que é a existência de uma demanda potencial. Assim sendo, para Dosi, é certo que a demanda potencial representa condição necessária para apontar as direções do progresso técnico, contudo não se trata de condição suficiente.

Por outro lado, a defesa do impulso pela técnica afirma que os fatores econômicos realmente interferem no caminho do progresso técnico e tecnológico. Diante disso, o desafio é dimensionar de que maneira isso ocorre. Não basta a decisão de reforçar a P&D, aplicar os melhores cientistas e engenheiros. Questões distributivas, preços praticados e suas alterações, processo de crescimento e mudança econômica devem ser levadas em consideração. Ainda

sobre a visão do impulso pela oferta, essas questões não podem ser analisadas de forma unidirecional. Por exemplo: fatores econômicos interferem na ciência, essas interferências geram descobertas científicas que geram inovação.

Simplificações assim devem ser evitadas. Para o caso dos semicondutores, analisado por Dosi, houve uma empresa, a Bell Laboratories, que foi a principal responsável por estabelecer pontes entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada durante cerca de uma década para que houvesse mudança de paradigma tecnológico entre as válvulas e os primeiros transistores. Nesse caso concreto, há que se destacar ainda que a empresa pioneira não foi a mesma que usufruiu das grandes parcelas de lucros provenientes da comercialização da tecnologia desfraldada (DOSI, 2006, p. 63).

Seguindo na teoria de Dosi, reúnem-se abaixo pontos de concordância e tendências uníssonas de diversos autores sobre a mudança técnica. Dentre tais aspectos, elegeu-se aqueles que para Dosi são os mais bem estabelecidos dentre pesquisadores da área:

1. Aumento desde o século XX dos insumos da ciência no processo de inovação;
2. Aumento da complexidade da P&D, e aplicação de P&D a longo prazo no processo de inovação, afastando a hipótese cada vez mais simplista de que os produtores reagem de pronto às condições de mercado;
3. Estudos relevantes que foram bem-sucedidos na correlação entre esforços de P&D e produtos do processo inovador, medido pela atividade de patenteamento (proxy da inovação) ou pelo aumento da produtividade (proxy do avanço do progresso técnico);
4. O aprendizado pela execução se dá por meio das pessoas e das organizações mediante retenção sistemática dos processos já desenvolvidos;
5. Há incertezas para correlação entre pesquisa e inovação;
6. A direção da mudança técnica reage ao estado da arte já existente e busca aprimorá-lo e as empresas e instituições partem do patamar que se encontram para avançar no processo da mudança técnica. Isso posto, não há mudança técnica para novas direções originais sem interferências pregressas;
7. Por fim, é possível definir trajetórias na observação das evoluções de tecnologias já ocorridas. Isso se deve a regularidades na comparação dos casos observados no que diz respeito às características tecnológicas e econômicas não só de produtos, como também no campo dos processos.

Realizados esses apontamentos, pode-se avançar no sentido de delinear a base teórica para o estudo das trajetórias tecnológicas. Antes, contudo, merece destaque a demarcação de

três territórios distintos apesar de por vezes estarem intrinsecamente relacionados, sejam eles os sistemas econômico, tecnológico e científico.

Retomando, para chegar às trajetórias tecnológicas, Dosi olha para os ramos dos sistemas tecnológico e econômico e chega ao conceito de paradigma tecnológico. Nesse contexto, ele deixa claro sua divergência com a teoria econômica neoclássica⁵ a qual admite a simplificação em que todos os agentes são iguais em sua capacidade de inovar. Ele defende que devem ser consideradas as assimetrias entre as empresas e entre os países. Além disso, ele ressalta questões como incerteza sobre o futuro, desigualdade e variabilidade.

Assim, as diferentes empresas, pelo fato de possuírem diferentes potenciais de inovação e imitação, constituem um sistema produtivo com diversas capacidades. Esse estado em que cada empresa se encontra não deve ser analisado de maneira estática. Sob o enfoque da mudança endógena da tecnologia, Dosi busca decifrar o progresso técnico mediante o estudo das trajetórias tecnológicas.

Dosi entende que a evolução de uma tecnologia acompanha um agregado de regularidades em processos técnicos e econômicos que podem ser mapeadas no estudo dessas trajetórias. Para construir o arcabouço teórico até chegar nas trajetórias tecnológicas, Dosi conceitua primeiramente o paradigma tecnológico. Assim como o paradigma científico, o paradigma tecnológico pode ser entendido como um modelo de solução de problemas.

O desenho metodológico de Dosi, parte da teoria da ciência normal de Kuhn. Em uma análise resumida a ciência normal na visão de Kuhn é observada no decurso histórico. Seu funcionamento, ou a determinação para que direção a ciência seguirá, se dá por meio de paradigmas que representam um estágio maduro da ciência. Há ainda um estágio revolucionário em que determinado paradigma é alterado.

Em paralelo, ao paradigma científico e ao quebra-cabeças de Kuhn, Dosi estabelece que o paradigma tecnológico se vale da mesma teia de análise. Qual seja: um campo de inquirição, com tarefas e procedimentos para solução de determinado problema. Quando se trata desse campo de inquirição tecnológico, a matéria prima que se estuda na verdade são os agrupamentos de tecnologias. Por exemplo, a tecnologia dos semicondutores, da indústria têxtil e, no presente estudo, a tecnologia nuclear. Para cada um desses grupos pode-se observar um decurso de trajetória motivada e direcionada por aspectos que podem ser preditivos.

⁵ A teoria da firma estabelece que a empresa, de maneira análoga ao agente econômico neoclássico, otimiza a aplicação de recursos para produção. Importam as restrições impostas pelos custos e pelos insumos que estão disponíveis. Assim, a firma buscará a combinação ótima de insumos que minimizem custo e maximizem o lucro. Nessa análise não se faz presente questões endógenas, institucionais da empresa. Por isso a contraposição das correntes heterodoxas como a da economia institucional (PINDYCK, 2014).

Avançando no paralelismo de definições adotado por Dosi, há analogia entre a ciência normal e o progresso técnico. Isso porque assim como a ciência normal constitui o caminho para se chegar às respostas contidas em determinado paradigma científico, o progresso técnico também representa esse caminho para o caso de um paradigma tecnológico.

Nesse sentido, o parâmetro de comparação entre a ciência e a tecnologia proposto por Dosi não está estabelecido em uma relação de igualdade, mas de analogia. Ao ser ultrapassada a fronteira de um paradigma, há um grande rompimento e se faz ostensivo o alto grau de exclusão que um novo paradigma inaugura em comparação com o anterior. Na perspectiva do paradigma tecnológico pode-se reaver o conceito de Schumpeter para o desenvolvimento econômico em que há alteração dos limites e do fluxo tradicional do sistema econômico, no que ele chama de mudança revolucionária.

Nesse contexto de mudança, Dosi concorda com Schumpeter ao afirmarem que se dão nas esferas industrial e comercial, e não no seio das demandas dos consumidores. Para reforçar esse ponto de vista, cabe ressaltar que Dosi atribui o efeito excludente do novo paradigma à focalização de esforços e imaginação dos engenheiros e das organizações para direções precisas dentro dos limites do novo paradigma e ficam cegos com relação às possibilidades outrem. A essas possibilidades dentro do foco que vige no *status quo* Dosi denomina de trajetórias tecnológicas.

Isso posto, cabe delinear de que maneira são possíveis a identificação e o estudo de uma Trajetória Tecnológica. Primeiramente se tem que o paradigma tecnológico estabelece o campo de possibilidades para a efetivação da promessa que é a obtenção do progresso técnico. O caminho para este progresso, ou seja, as direções adotadas são justamente a trajetória tecnológica percorrida.

Essas trajetórias reais são estudadas *ex post* e é observado que elas existem dentro de um conjunto muito maior daquelas trajetórias que eram possíveis. A seleção da trajetória real em detrimento das demais possíveis é devida aos seletores do sistema econômico em que está inserida. O contexto econômico importa.

Nelson e Winter (2005), neoschumpeterianos, mencionam que na teoria evolucionária (pode-se compreendê-la equiparando à um novo paradigma tecnológico, na analogia de Dosi) dentre o conjunto das escolhas possíveis há aquelas que notadamente são piores em relação às outras. Ou seja, haveria como indicar *ex ante* aquelas que deveriam ser evitadas, contudo não há como definir claramente *ex ante* a melhor opção. Nesse sentido, eles tratam por trajetórias naturais aqueles avanços tecnológicos que se dão por caminhos exploratórios mais prováveis. Tais caminhos, que de maneira cognitiva, parecem inevitáveis aos engenheiros, técnicos e

pesquisadores. Esses autores entendem que nem todos os ramos se comportam buscando aprimoramentos que se dão de forma marginal, por trajetórias naturais. Contudo, a contribuição que trazem é que a lógica das trajetórias naturais se aplica em relação direta aos critérios de economia de escala e mecanização. Ou seja, quanto maior o potencial de mecanização e ou economia de escala que determinado avanço técnico possibilita, maior será a possibilidade de identificação dessas trajetórias naturais.

4. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Segundo Gil (2012) a pesquisa social busca o incremento da ciência e a possibilidade de generalização dos fenômenos observados para formação de teorias e leis. Para tanto, dentre as classificações existentes para a pesquisa nas ciências sociais há os grupos: pesquisa exploratória; pesquisa descritiva; e pesquisa explicativa (que verifica hipótese causal). O presente estudo perpassa os citados grupos no decorrer dos capítulos. Sendo o levantamento histórico inicial e a revisão de literatura são preponderantemente exploratórios pois se dá por meio de pesquisa bibliográfica e documental. A análise da trajetória tecnológica da AMAZUL é descritiva à medida que realiza descrição de fenômenos com padronização na coleta de dados. Por fim, a classificação de pesquisa explicativa se enquadra na busca pelos fatores que contribuem para a trajetória tecnológica estudada. Tal desdobramento culmina na seção final da dissertação.

Já o método que representa o caminho para a busca científica pela verdade dos fatos segundo Gil, visando garantir a objetividade e precisão aos estudos das ciências sociais. Dentre os métodos existentes esta pesquisa adotou aquele denominado observacional. Esta técnica parte da observação do que ocorre ou ocorreu.

A presente pesquisa baseou-se na justaposição da literatura científica sobre desenvolvimento econômico (mais especificamente pelo viés da economia da inovação e das instituições) com a observação histórica do desempenho da empresa pública AMAZUL. Para tanto são preponderantes os elementos descritivos como método para observação da trajetória tecnológica percorrida pela empresa.

A principal ferramenta de análise se deu por meio das consultas aos Relatórios de Gestão da empresa pública divulgados anualmente em seu sítio na internet. Dessa ferramenta de transparência ativa extraíram-se os projetos dos quais a AMAZUL participou ao longo do tempo.

Os dados foram coletados objetivamente para compor subsídio de análise da prática mediante a teoria. Nesse sentido, valores dos projetos, execuções diretas e indiretas (formatos de contratação/parceria com outras instituições governamentais e empresas privadas), gestão do conhecimento, e os produtos e serviços em si desenvolvidos perfizeram o objeto da análise.

Por vezes, foi necessária consulta aos portais de transparência do governo federal e às páginas na internet de instituições que contratam a AMAZUL ou que são contratadas por ela para esclarecimentos adicionais sobre as contratações. Dessa forma, foi sendo construído o arcabouço de informações, cronologicamente, desde a criação em 2012 até o ano de 2024.

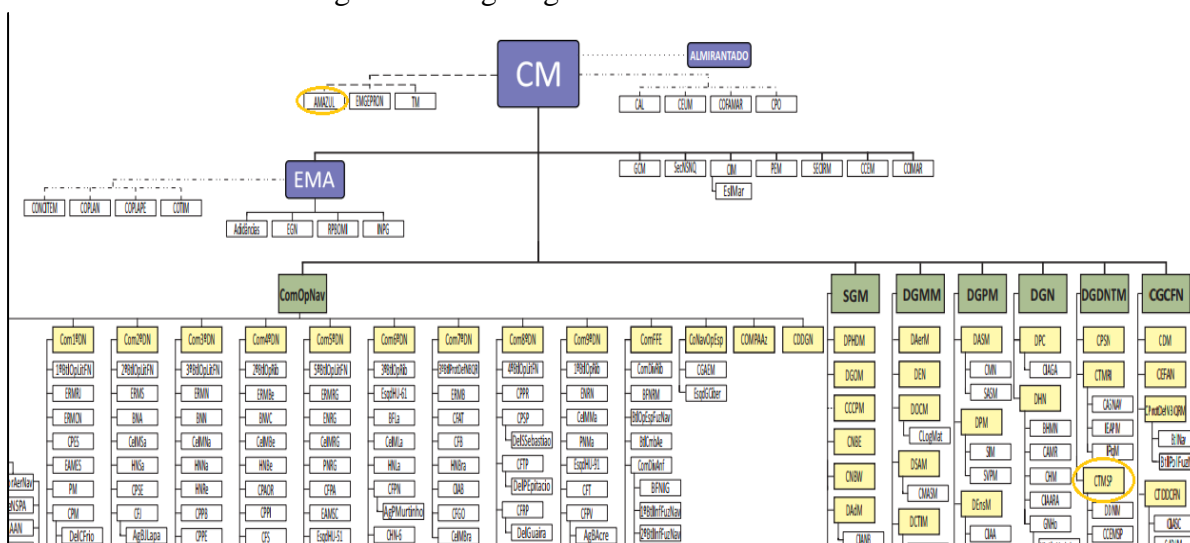
Posteriormente, foram relacionadas à teoria, as observações práticas, em especial sob a lente do conceito de Trajetória Tecnológica. Dessa forma, o que se propõe é uma pesquisa exploratória dos efeitos da Economia Institucional no curso de uma empresa pública gerida por Força Singular, por meio do Ministério da Defesa.

5. A AMAZUL E O SETOR NUCLEAR BRASILEIRO

A AMAZUL tem por missão desenvolver, transferir e manter tecnologias necessárias ao PNB, ao PNM e ao PROSUB. Ela executa sua missão por meio de gestão do conhecimento, de pessoas e de inovação. Para análise da sua atuação, foram analisados dados extraídos dos Relatórios de Gestão da AMAZUL que permitem a identificação dos projetos realizados pela empresa ao longo de sua existência.

No sítio da firma na internet podem ser consultados os relatórios de 2014 a 2024. Isso posto seguirão relacionados os projetos em que a AMAZUL atuou bem como a evolução ao longo dos anos. Cabe mencionar que para as contratações por execução indireta que a AMAZUL realiza, na condição de empresa pública, ela deve seguir o disposto na Lei 13.303 de 30 de junho de 2016, a chamada Lei das Estatais que estabelece regras de governança.

Figura 1 – Organograma da Marinha do Brasil



Fonte: site Marinha do Brasil

Na figura acima, pode-se observar que a empresa AMAZUL integra o organograma oficial da Marinha do Brasil, na posição de entidade vinculada, ao lado da EMGEPRON. O destaque em laranja foi realizado também na Organização cuja sigla é CTMSP, que significa Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo. O CTMSP está subordinado à Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM). Esta Organização aparecerá nas próximas seções, já que fez e faz parte da atuação da AMAZUL desde os primeiros projetos.

5.1 AMAZUL primeiros passos e consolidação

Como visto na introdução deste trabalho, a AMAZUL teve aprovada a lei de autorização de sua criação em 2012. Na sequência, o Decreto de criação dessa empresa conta seus efeitos a partir de fevereiro de 2013. Assim, o primeiro relatório de avaliação anual, o chamado Relatório de Gestão, é publicado no sítio da empresa na internet em 2014. Neste primeiro ano de existência, a AMAZUL herda parte da força de trabalho da Emgepron e contrata funcionários temporários para desenvolver as atividades necessárias à sua implantação.

5.2 Relatório de Gestão de 2014

Em 2014, apesar de ainda não possuir um portfólio definido, a empresa firmou dois acordos de parceria. Um deles com a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), fundação criada pela USP para cooperação em pesquisa e desenvolvimento do projeto conceitual do complexo radiológico do estaleiro e base naval da Marinha. Nesse acordo, o período de vigência foi de 2014 a 2016 e o valor abarcado foi de R\$12.382.000,00. O outro também com a FDTE para cooperação e desenvolvimento mútuo mediante o uso de Laboratórios de Engenharia da Universidade de São Paulo, com período de vigência de 2014 a 2016 e valor de R\$600.000,00.

Com relação às dificuldades enfrentadas na fase de implantação, o relatório de 2014 trouxe a questão da falta de pessoal técnico para tratar de assuntos administrativos e financeiros. Outro ponto importante é que desde o início a AMAZUL, que é empresa pública dependente, enfrentou contingenciamento dos valores que haviam sido aprovados na Lei Orçamentária Anual. Na LOA, a empresa faz parte do orçamento fiscal e da seguridade social e nessa condição está sujeita aos famigerados cortes, na parcela discricionária desse orçamento. Nessa fase, para garantir o mínimo necessário, a Marinha do Brasil descentralizou recursos internamente.

Além dos acordos de parceria, a AMAZUL iniciou atividade de comércio, ofertando para a Indústrias Nucleares do Brasil (INB) pastilhas de urânio-gadolínio, destinadas à confecção de varetas para o equipamento chamado ROD-SCANNER. Trata-se de um combustível desenvolvido no Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

Desde sua constituição fica clara a preocupação da AMAZUL com a questão da gestão do conhecimento. De início essa preocupação se traduziu no que o relatório de gestão de 2014 trouxe como uma das maiores conquistas para o ano que foi a implantação do Plano de Cargos,

Remuneração e Carreira (PCRC). Esse plano elevou salários das carreiras dos empregados e os equiparou, ou ao menos aproximou, aos que eram praticados no mercado à época.

5.3 Relatório de Gestão de 2015

Em 2015, a empresa se instala na sede do Butantã em São Paulo, e ainda em tempos de consolidação de seus serviços sofre novo contingenciamento, desta vez de 27% da dotação inicial na LOA. Ainda assim, obteve avanço em algumas realizações abaixo relacionadas:

- Firmou contrato com a empresa MECTRON, para desenvolvimento do Sistema de gerenciamento da plataforma do Submarino convencional a Propulsão Nuclear (SPN);
- Firmou contrato com a empresa EZUTE para desenvolvimento do Sistema de combate do SPN;
- Iniciou a busca pela participação em empreendimentos com a tecnologia do Motor Gerador (magneto permanente ou ímã permanente) visando trazer a tecnologia para o Brasil e elaborar ações de P&D;
- Iniciou sua atuação na implantação da Unidade de Produção de Hexafluoreto de Urânio (USEXA) e na construção do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE⁶), ambos localizados no Centro Experimental Aramar, em Iperó - SP, no âmbito dos programas estratégicos da Marinha e do PNM;
- No âmbito do PNB iniciou sua participação no projeto do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), projeto que visa desenvolvimento de pesquisa no campo da tecnologia nuclear e possibilita diversas utilizações, tais como medicina nuclear, traçadores para pesquisa em alimentos e no meio ambiente, testes em combustíveis nucleares, etc.
- Iniciou atividades do projeto para Gestão do Conhecimento com o planejamento de delinear as competências e mapear os conhecimentos individuais e coletivos inerentes à empresa.

5.4 Relatório de Gestão de 2016

⁶ O LABGENE está sendo construído pela Marinha para validar e ensaiar todas as operações e etapas de projeto para uma planta de propulsão nuclear. Será composto por 11 prédios, dentre os quais haverá o prédio dos reatores e o prédio das turbinas.

O ano seguinte abarca um contexto de crise política e econômica no Brasil. Em 2016, a AMAZUL enfrentou restrições para contratação de pessoal e, novamente, restrições orçamentárias. O contingenciamento atinge a empresa com corte de 45% da dotação inicial da LOA. Por outro lado, o Relatório de Gestão de 2016 é o primeiro que menciona a geração de novas fontes de receitas como objetivo estratégico. Ademais, a AMAZUL realizou serviços dentre os quais o relatório do ano destaca os seguintes projetos:

- Conclusão do contrato com a empresa MECTRON, para desenvolvimento do projeto preliminar do Sistema de gerenciamento da plataforma do Submarino com Propulsão Nuclear;
- Foi firmado novo contrato com a EZUTE para desenvolvimento do projeto interfases do Sistema de Combate do submarino com propulsão nuclear (prosseguimento do projeto preliminar anterior);
- Continuação da busca por participação na tecnologia do motor de ímãs permanentes, para tanto o relatório menciona entendimentos com a empresa Furnas Centrais Elétricas;
- Realização de buscas por apoio junto a empresas e instituições financeiras para desenvolver Projeto de Construção de um veículo de imersão profunda tripulada (VIP);
- Continuação das ações do Programa de Nacionalização do PROSUB;
- Assinou protocolo de intenções com a empresa brasileira Akaer Engenharia SA com o intuito de firmar futuros contratos em especial no desenvolvimento do projeto detalhado do Submarino com Propulsão Nuclear;
- No âmbito do PNM, continuação da realização do projeto do Complexo Radiológico do Estaleiro e Base Naval, em Itaguaí (RJ), onde será construído o submarino nuclear (SN-BR) em parceria com a CTMSP;
- Também no PNM, juntamente com o CTMSP, realiza estudos para produzir o combustível e projetar os reatores a água pressurizada (PWR) que irão abastecer o submarino a propulsão nuclear;
- No âmbito do PNB, continuação da parceria com a CNEN no projeto do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), voltado à pesquisa, ao teste de materiais sob irradiação e a à produção de radioisótopos, base para a fabricação de fármacos para medicina nuclear e com aplicação em várias áreas, como agricultura, indústria e meio ambiente;
- Ainda no PNB, com a INB, a AMAZUL realizou o projeto conceitual e projeto básico da Unidade de Testes e Preparação de Equipamentos Críticos e de Treinamento (UTT),

da Fábrica de Combustível Nuclear, bem como a prestação de serviços de consultoria de engenharia para suporte técnico à implantação e licenciamento da unidade;

- Alinhado ao objetivo estratégico da empresa houve avanço no projeto Gestão do Conhecimento (GC). Decidiu-se pela aplicação do método num projeto piloto para testagem, na USEXA do CTMSP, da Marinha. O método consiste na aplicação de questionários, realização de entrevistas e análise do grau de maturidade em gestão de conhecimento que a empresa possui para então alinhar atividades para o desenvolvimento da maturidade. Essas atividades, segundo consta no relatório, consistem em “promover, de forma constante e sistemática, a disseminação dos conhecimentos tácito e explícito relacionados ao ambiente de negócios e gerenciar o conhecimento como recurso mensurável” (AMAZUL, 2016).

5.5 Relatório de Gestão de 2017

Em 2017, a AMAZUL ainda reporta portfólio não definido por completo e contingenciamento orçamentário de 36,6%. Em meio às dificuldades, a empresa reitera em seu planejamento estratégico o objetivo de obter receitas próprias para diminuir a dependência do Tesouro Nacional. Com relação às ações realizadas, a AMAZUL:

- Deu prosseguimento ao contrato com a EZUTE para o projeto interfases do sistema de combate do submarino com propulsão nuclear;
- Assinou protocolo de intenções com a empresa Turbo Power Systems (TBS) para desenvolvimento do sistema de controle de eletrônica e potência; e
- Permaneceu nos esforços de nacionalização de produtos empregados na construção de submarinos, mediante Programa de Nacionalização do PROSUB;
- No PNB: Reforçou em quantidade a mão-de-obra especializada nos empreendimentos do RMB e da Unidade de Testes e Preparação de Equipamentos Críticos de Treinamento (UTT) da fábrica de combustível das INB, em Resende RJ; ainda sobre o RMB, a AMAZUL logrou êxito após dois anos de negociações em firmar contrato com a CNEN para realização de projeto detalhado e realização do empreendimento do RMB;
- O projeto de Gestão do Conhecimento que tomou por projeto piloto a USEXA foi concluído e com isso foi validada a metodologia de Gestão do Conhecimento da AMAZUL, adentrando a fase de manutenção e monitoramento. Houve ainda o planejamento para extensão do programa de Gestão do Conhecimento com o projeto de

transferência do conhecimento antes da aposentadoria (PTCAA), com previsão de conclusão para 2020.

5.6 Relatório de Gestão de 2018

No ano de 2018, os avanços nos projetos realizados pela AMAZUL são apresentados mediante a exposição do Plano de Negócios. O plano é composto por sete projetos estratégicos e as realizações de cada um no ano em questão. O novo formato de apresentação trouxe a identificação do número do contrato e o valor executado, aprimorando os quesitos de transparência e *accountability*.

Seguem relacionados os projetos supramencionados:

- Sistema de combate do SPN. A Fundação EZUTE executou o projeto chamado interfases e a AMAZUL realizou a supervisão técnica e a gestão contratual. O contrato foi finalizado em 2018 e o valor executado no ano foi de R\$1.771.194,08, proveniente da Marinha do Brasil;
- Sistema de gerenciamento da plataforma do SPN. O contrato com a empresa MECTRON possibilitou suporte técnico especializado e treinado na França pela Naval Group no processo de transferência de tecnologia. Nesse empreendimento, a MECTRON ofereceu apoio até o encerramento do contrato de R\$ 3.399.065,60, em 2016. No ano em questão a AMAZUL proveu a manutenção do apoio de recursos humanos para dar continuidade ao processo de aprendizado tecnológico;
- Detalhamento do SPN. Esse projeto consiste em identificar empresas nacionais com potencial de realizar projetos de alta complexidade e aplicá-las ao desenvolvimento do SPN. A empresa Akaer, com a qual a AMAZUL havia assinado Protocolo de Intenções em 2016, foi selecionada pela AMAZUL e aprovada pela Marinha. Além disso, o projeto possui como meta manter o apoio de pessoal capacitado da AMAZUL destacado na Marinha para desenvolvimento do submarino;
- Nacionalização do PROSUB. Consiste na busca por novas empresas para participarem do programa de nacionalização do PROSUB. A AMAZUL realiza a busca nos eventos que participa, em pesquisas e demais agendas institucionais. Após pré-selecionar as empresas, as convida para apresentação de portfólio e compila as informações para repassá-las à Marinha, mantendo os estudos armazenados em um banco de dados;
- Desenvolvimento da tecnologia de Motor a ímã permanente no país. O projeto em 2016 estava em fase de estudos de viabilidade para prospecção de fontes de financiamento e

empresas nacionais com capacidade para desenvolvê-lo. A empresa WEG foi estudada e aprovada. O BNDES foi a fonte de financiamento em potencial apontada;

- Reator Multipropósito Brasileiro. O projeto detalhado do RMB evoluiu conforme cronograma previsto com atuação conjunta da AMAZUL, CNEN e a empresa argentina INVAP. O IBAMA deliberou favoravelmente ao empreendimento concedendo licença ambiental e a CNEN aprovou o local da construção. Valor despendido em 2018 foi de R\$ 55.089.377,65, de um total de R\$ 165.000.000,00, proveniente da FINEP;
- Projeto Gestão do Conhecimento (GC). Em 2017, foi concluído o projeto piloto do modelo Gestão do Conhecimento da AMAZUL na USEXA com apresentação de relatório e plano de ação. Em 2018, foram traçados cronogramas de implantação da GC na Assessoria do Meio Ambiente do Centro Industrial Nuclear de Aramar (CINA) e na Coordenadoria do Programa do Combustível Nuclear da Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha. Além disso, foi feita uma norma padrão para aplicação da metodologia de gestão do conhecimento a norma de procedimento NP 051 013, intitulada “Manual de Implantação da Gestão do Conhecimento da AMAZUL (GCA)”

O Relatório de Gestão de 2018 trouxe ainda projetos que não haviam iniciado. Dentre os quais se destacam atuação na extensão da vida útil da usina Angra 1, cujos termos do convênio encontravam-se em análise pela Eletronuclear; e participação no desenvolvimento do projeto para retomada da construção de Angra 3, cujos termos do convênio ainda estavam sendo estudados.

5.7 Relatório de Gestão de 2019

Em 2019, a AMAZUL já dispõe de portfólio e plano de negócios. Os projetos do Sistema de Combate do SPN, do Detalhamento do SPN e do Motor de ímãs permanentes foram interrompidos por opção dos demandantes, nesse caso, a Marinha. Seguem abaixo as realizações do exercício:

- Sistema Nuclear de geração de vapor do SPN, parte do PROSUB, realizado em parceria com a Fundação PATRIA
- Motor mancal eletromagnético presente no projeto de uma bomba centrífuga implantável para cura de doença cardiovascular, desenvolvido em parceria com o Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. Não há registros nos relatórios posteriores de que o projeto foi concluído;

- Projeto de extensão da vida útil da Central Nucleoelétrica de ANGRA-1 em parceria com a Eletronuclear. O convênio com a Eletronuclear foi firmado por meio da Fundação PATRIA em agosto de 2019, com previsão para duração de 5 anos;
- Assinado TED foi assinado em novembro de 2019 com a Indústrias Nucleares do Brasil (INB). A AMAZUL se compromete com a colaboração mediante confecção do projeto para ampliação da Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU), em Resende, RJ, dentro do programa para abastecer as usinas de Angra com combustível nuclear;
- A participação da AMAZUL no RMB consiste no projeto com maior parcela de seus recursos aplicados. Em 2019, projeto detalhado de engenharia com previsão para término em dezembro de 2019 seguiu em execução pela AMAZUL e pela empresa argentina INVAP. Foi realinhado o planejamento da finalização para dezembro de 2020. O projeto para terraplanagem que antecede o início das obras de infraestrutura, foi iniciado.
- Prospeção e início da execução do Plano de Negócios Sustentável do RMB para concepção de modelo de negócio autossustentável, elaborado pela Fundação Getúlio Vargas;
- Gestão do contrato para fabricação e instalação de 26 blindagens primárias do Bloco 40 do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE), protótipo, em terra, da planta nuclear do SPN. Além disso, iniciou o processo licitatório para contratação de serviços das disciplinas de mecânica, elétrica, instrumentação e equipamentos com fornecimento de mão de obra e materiais para o Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC), que compõe o LABGENE

Até o Relatório de Gestão de 2019, as participações da AMAZUL vinham relacionadas na forma de metas no planejamento estratégico da empresa. Então, os dados acima descritos como realizações são aqueles em que os indicadores apontaram avanços para os planejamentos prévios.

A partir de 2020 a AMAZUL, mais estruturada e com portfólio melhor delineado, apresenta seus projetos de forma setorizada em projetos associados ao PNB, ao PNM e ao PROSUB. A seguir, estão descritos os projetos da empresa estudada do ano de 2020 até o ano de 2024, o mais recente cujos dados estão disponíveis.

5.8 Participações da AMAZUL no âmbito PNB

A Marinha do Brasil tem por missão preparar e empregar o poder naval para a garantia da soberania nacional. Nesse sentido, esta Força Singular busca alcançar os meios necessários para tal prontidão. O desenvolvimento da tecnologia nuclear na área naval é parte dos objetivos estratégicos da MB.

No entanto, visando ajustamentos institucionais mais adequados, o poder político foi assessorado e incentivado por esta Força a criar e manter empresas que possibilitem as transações de cunho mercadológico/empresarial para desenvolvimento da tecnologia e retenção do *know how*. São exemplos dessas empresas a AMAZUL e a Emgepron.

Esta configuração possibilita que os recursos públicos empregados em grandes programas estratégicos sejam destinados na medida em que forem necessários, na unidade gestora mais apropriada. A Marinha exerce papel de maestra central destinando recursos dos grandes programas tais como o PNM e o PROSSUB.

Na sequência serão apresentados os projetos do escopo do PNM realizados no âmbito da AMAZUL.

5.8.1 Reator Multipropósito Brasileiro (RMB)

O Reator Multipropósito Brasileiro será do tipo piscina aberta com até 30MW de potência térmica e consiste num projeto capitaneado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). O RMB será utilizado para produção e pesquisa de radioisótopos e possibilitará a realização de testes de materiais com utilização de feixe de nêutrons e irradiação de combustíveis nucleares. Isso beneficiará os setores de saúde, agricultura, indústria e meio ambiente. A referência para sua construção é o reator OPAL da Austrália de 20MW. O projeto básico do reator foi realizado pela CNEN conjuntamente com a empresa INVAP, estatal da Argentina criada em 1976. O projeto básico das edificações coube à CNEN em conjunto com a empresa brasileira INTERTECHNE Consultores S.A. Por sua vez, o projeto detalhado do reator ficou a cargo da INVAP e a AMAZUL realizou o projeto detalhado das estruturas e dos sistemas convencionais.

No período de 2018 a 2021 a AMAZUL procedeu a realização de estudos voltados para a gestão de negócio sustentável para o empreendimento do RMB. Tempos depois, em 2023 e 2024, a AMAZUL efetivamente realizou o projeto das estruturas e sistemas convencionais do RMB.

A Marinha também faz parte do projeto na figura do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP/MB) com o enriquecimento isotópico de Urânio para composição do combustível do reator que será fabricado no IPEN/CNEN-SP.

5.8.2 Centro de Radiofarmácia do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (CR-IPEN)

O CR-IPEN e a AMAZUL mantêm parceria desde 2019 por meio de Termo de Execução Descentralizada (TED). O período de execução do objeto do TED compreende o intervalo entre outubro de 2019 e agosto de 2025. Em 2024 a cooperação foi reformulada e aprofundada por meio de um contrato, cujo período de execução é de 5 anos). Os serviços realizados pela AMAZUL consistem em suporte à produção de radiofármacos e levantamento de necessidades para execução de projeto de melhoria das áreas produtivas do CR-IPEN. Cabe ressaltar que o Brasil, atualmente, não produz radiofármacos como aqueles utilizados em exames com contraste. São importados os radioisótopos usados como insumos para confecção desses radiofármacos. Após a conclusão do RMB o Brasil será autossuficiente com relação a esses materiais.

5.8.3 Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU)

O Plano de Trabalho, celebrado em novembro de 2019, foi aditivado em dezembro de 2021 e ainda se encontra em execução. O Plano de Trabalho consiste na execução do projeto básico da Segunda Fase de Implantação da UCEU, que possibilitará o incremento da capacidade de enriquecimento de 70.000 para 500.000 kg UTS/ano)

5.8.4 Extensão da Vida útil da Central de Geração Nucleoelétrica de Angra 1

O convênio para a cooperação no Projeto de Extensão da Vida Útil de ANGRA-1, celebrado entre a ELETRONUCLEAR (ETN), a AMAZUL e a Fundação PATRIA, em agosto de 2019, prevê a participação da AMAZUL no projeto de manutenção, revitalização e apoio na renovação das licenças necessárias para a operação da Usina, e ainda está em execução atualmente)

5.9 Participações da AMAZUL no âmbito do PNM

A participação da AMAZUL no PNM se dá por meio das atividades relacionadas ao Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE). O Laboratório consiste no

protótipo em terra do que será o aparato de propulsão nuclear do submarino nuclear convencionalmente armado.

Este protótipo de tamanho real, ou seja, escala de um para um (1:1), possibilitará a testagem de equipamentos, materiais e sistemas que comporão o submarino. Essa testagem é essencial para o sucesso do projeto, incluindo os testes de segurança nuclear e dos dispositivos de proteção radiológica.

5.9.1 Fabricação e Montagem das Peças referentes às Fases I e III do Bloco 40 do LABGENE (2019 a 2028)

A AMAZUL contratou a NUCLEP para conclusão da construção de um vaso e das estruturas internas da contenção, fabricação de tanque de blindagem primária com tanque de expansão e trocadores de calor.

5.9.2 Montagem Eletromecânica das Fases II e IV do Bloco 40 do LABGENE (2022 a 2026)

Esta fase consiste na fabricação e montagem eletromecânica (MEM) de sistemas do LABGENE. Contempla fabricação de tubulações, acessórios estruturais e a parte eletromecânica em si dos sistemas de contenção. “Instalação de equipamentos, penetrações, blindagens, isolamento térmico, pintura, inspeções e testes (Fase II); e finalização da montagem eletromecânica dos sistemas (Fase IV)” (Relatório de Gestão, 2024)

5.9.3 Montagem Eletromecânica do Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC) do LABGENE (2020 a 2024)

Contrato com a empresa de São Paulo, HERSA Engenharia para realizar serviços especializados, como mecânica, elétrica e instrumentação para o prédio auxiliar não controlado (PANC) que compõe o LABGENE. O contrato com valor final de 55.151.129,16, foi concluído, conforme o planejamento, em 2024.

5.9.4 Aquisição de Painéis Elétricos para o Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC) do LABGENE (2022 a 2025)

Este item consiste na contratação da elaboração de projeto e o fornecimento de painéis elétricos de classe nuclear e painéis sísmicos da classe não nuclear. A AMAZUL

contratou a TECNATOM, sediada em Madrid na Espanha. O valor do contrato atualizado de 2024 é de 2.411.766,00 Euros

5.9.5 Obras Cíveis do Prédio Auxiliar Controlado (PAC) do LABGENE (2021 a 2025)

A AMAZUL realizou a contratação de empresa da construção civil para construção do complemento da superestrutura e dos serviços de acabamento do Prédio Auxiliar Controlado (PAC). Para tanto, contratou por R\$ 51.473.908,11 a CONSBEM Construções sediada em São Paulo, capital.

5.9.6 Órgão de Supervisão Técnica Independente (OSTI) para o LABGENE (2021 a 2026)

O Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear (IBQN) é uma organização sem fins lucrativos, instituída por outras instituições interessadas no serviço, tais como INMETRO e IPEN. É a única instituição no Brasil que possui credenciamento por parte da CNEN, desde 1981, para executar serviços de inspeção em equipamentos nucleares. Por esse motivo o IBQN é reconhecido como Órgão de Supervisão Técnica Independente (OSTI).

A AMAZUL contratou o IBQN para aferir qualidade das instalações e equipamentos, garantindo a segurança das usinas. No LABGENE, o IBQN realiza diversos tipos de controles e aferições técnicas em sistemas. O contrato realizado em 2021, no valor total de R\$ 34.636.122,28, encontrava-se, em 2024, 95% concluído.

5.9.7 Serviço de Verificação de Estruturas de Segurança Nuclear do LABGENE (2023 a 2025)

Contratação da empresa Serviços de Engenharia Benjamin Ernani Diaz (SEBED) para elaboração de relatórios, por R\$ 865.850,00. O sócio da empresa Senhor Benjamin Diaz é um grande nome na engenharia, e no Brasil atuou como chefe de projeto da ponte Rio-Niterói e de da Usina Nuclear de Angra 2. Para o LABGENE a SEBED contribui com relatórios técnicos aferindo cálculos das estruturas de concreto e de aço do LABGENE e subáreas.

5.9.8 Consolidação do Projeto do Prédio do Combustível (PC) – LABGENE (2023 a 2025)

Contratação de empresa francesa com mais de 50 anos de existência, a CEGELEC, pelo valor de 5.498.768,00 euros, para consolidação de requisitos técnicos. Tal consolidação se faz necessária para unificação do projeto básico do LABGENE com respeito às melhores práticas de negócio existentes no ramo.

5.1.9 Consolidação do Projeto do Prédio Auxiliar Controlado (PAC) – LABGENE (2023 a 2025)

Contratação de empresa francesa, a NAVAL GROUP para coordenação dos requisitos técnicos para consolidação do projeto básico do Prédio Auxiliar Controlado (PAC) do LABGENE, incluindo sistemas e subsistemas. Dentre essas peças a serem integradas em um só projeto se encontram os serviços prestados pela AXIMA e CEGELEC. O valor do contrato é de 8.519.527,00 euros.

5.9.10 Consolidação do Projeto do Sistema de Ventilação e Ar Condicionado (HVAC) do LABGENE (2023 a 2025)

A AMAZUL realizou a contratação da empresa AXIMA, com sede na França, para coordenação dos requisitos do projeto básico para sistema de ventilação e ar condicionado (HVAC) do LABGENE. O valor do contrato totaliza 6.768.000,00 euros.

Em seu sítio na internet, a AMAZUL divulga a íntegra de seus contratos. No contrato com a AXIMA, há menção às contratações com as empresas estrangeiras referidas nos itens 4.1.2.8, 4.1.2.9 e 4.1.2.10:

CONSIDERANDO que a Marinha do Brasil coordena e executa o Programa Nuclear da Marinha do Brasil (“PNM”), o qual visa desenvolver o primeiro reator nuclear brasileiro para aplicação em sistema de propulsão naval; CONSIDERANDO que a AMAZUL, em cumprimento ao seu objeto social, executa parte do PNM, representando a Marinha do Brasil; CONSIDERANDO que a construção e operação do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (“LABGENE”) é o principal objetivo do PNM; CONSIDERANDO que a Marinha do Brasil elaborou o Projeto Básico do LABGENE (“Projeto Básico”) e, em 2021, contratou, por meio da AMAZUL, as empresas AXIMA, CEGELEC CEM e NAVAL GROUP, em razão de sua notória especialização em projetos de engenharia semelhantes para analisar a completeza, consistência e maturidade do Projeto Básico, bem como preparar e apresentar a Linha de Base de Requisitos e a Linha de Base da Documentação referentes ao Projeto Básico; CONSIDERANDO que durante a execução dos contratos de prestação de serviços técnicos especializados de análise do Projeto Básico, foram identificados itens no projeto faltantes e/ou passíveis de melhoria, a fim de mitigar riscos e proporcionar melhores resultados durante a fase de execução do Projeto Básico; CONSIDERANDO que a CONTRATADA possui ferramentas metodológicas e expertise em projetos similares ao Projeto Básico que podem auxiliar a CONTRATANTE a definir os itens faltantes ou as melhorias a serem realizadas no Projeto Básico antes da fase de execução. As Partes resolveram celebrar este CONTRATO (AMAZUL, 2023)

Este excerto descreve a busca insistente da empresa brasileira pela fronteira do conhecimento no que diz respeito às técnicas do setor nuclear, em uma de suas atuações principais que é conduzir a elaboração de projetos. Em outro trecho a empresa busca também proteger o conhecimento constante do objeto ao qual se solicita o aprimoramento:

Nenhuma das Partes poderá ceder, comunicar, transferir ou empregar, no todo ou em parte, sem a prévia aprovação da outra Parte, qualquer informação, dado ou documento que inclua, no todo ou em parte, conteúdo trocado entre as Partes em razão deste Contrato (AMAZUL, 2023)

5.9.11 Serviço de Apoio Técnico para o Desenvolvimento do LABGENE (2023 a 2025)

Trata-se da contratação de profissionais pretendida pela AMAZUL. Dentre as especialidades estão engenheiros civis, eletricitas e mecânicos. A contratação prevista para captação de 50 profissionais perfaz o valor de R\$ 46.950.000,00. O relatório não destrincha a contratação ou o período, conquanto se possa estimar na simples divisão pelo número de especialistas que a retribuição pela mão-de-obra ultrapassa 900 mil reais por pessoa.

5.10 Participações da AMAZUL No âmbito PROSUB

De maneira análoga ao detalhamento dos projetos no âmbito do PNM, adiante serão relacionados os projetos que a AMAZUL executa no âmbito do PROSUB.

5.10.1 Serviço de apoio técnico de engenharia para as atividades de desenvolvimento do Submarino Convencionalmente Armado com Propulsão Nuclear (SCPN) (2022 a 2024)

O Serviço de apoio consiste em assessoramento técnico de engenharia para possibilitar atividades de desenvolvimento do submarino com propulsão nuclear. O objetivo é a integração dos sistemas que compõem a plataforma e a Planta Nuclear Embarcada (PNE).

5.10.2 Estudos para otimização da blindagem radiológica para a PNE (2022 a 2024)

Os estudos para otimização da blindagem radiológica da PNE são compostos de avaliação e consolidação técnica da documentação de projeto de quadros elétricos, bem como

da elaboração de desenhos gráficos em 2 e 3 dimensões, e dos estudos de peso, viabilidade tecnológica de componentes e materiais, prototipação, testes desses quadros. O contrato no valor total de R\$ 8.217.000,00 foi realizado no período de 2022 a dezembro de 2024.

5.10.3 Estudos de bombas centrífugas e de deslocamento positivo da Planta Nuclear Embarcada (PNE) (2022 a 2024)

Trata-se da avaliação e consolidação técnica da documentação do projeto chamado *Request for Information*, além da identificação de soluções possíveis no mercado para construção de bombas hidráulicas com tecnologia nuclear, elaboração de desenhos técnicos, produção de matrizes de atendimento de requisitos (*compliance matrix*). Além de estudos de apoio logístico integrado e avaliação de requisitos de qualidade e estimativa de cronograma da fabricação das bombas.

5.10.4 Estudo de Viabilidade do Sistema de Controle para a PNE (2023 a 2025)

Trata-se da consultoria prestada visando o ganho de maturidade técnica para atuação nos Sistemas de controle da PNE. O valor do contrato é de R\$ 16.190.560,56, para execução de 2023 a 2025. A empresa contratada foi a ATECH Negócios em Tecnologias S. A., de São José dos Campos.

5.11 Consolidação da análise de tendências

Após análise dos relatórios de gestão ao longo da existência da AMAZUL, cabe reunir alguns aspectos que serão relevantes para o prosseguimento deste estudo. Nesse sentido, seguirão dados que fornecem subsídio às análises que seguem a respeito da trajetória da empresa.

Nesse sentido, a tabela 2 oferece a visão geral da execução orçamentária e financeira da AMAZUL no exercício de 2024.

Tabela 2 - Execução orçamentária da AMAZUL em 2024

CATEGORIA DE DESPESA	REF.	AÇÃO ORÇAMENTÁRIA	DOTADO/ PROVISIONADO (R\$)	EMPENHADO (R\$)	LIQUIDADO (R\$)	PAGO (R\$)
PESSOAL	(a)	0022	2.993.657,00	2.923.390,70	2.923.390,70	2.923.390,70
	(b)	20TP	409.347.392,00	404.928.904,30	394.956.694,26	361.730.935,66
CUSTEIO OBRIGATÓRIO	(c)	2004	8.733.790,00	8.733.790,00	8.558.089,86	7.743.482,59
	(d)	212B*	28.731.281,00	28.573.157,39	25.577.043,48	24.748.055,12
PESSOAL/CUSTEIO OBRIGATÓRIO TOTAL			449.806.120,00	445.159.242,39	432.015.218,30	397.145.864,07
CUSTEIO (DESPESAS CORRENTES)	(e)	14T7	1.985.315,82	1.985.315,82	1.398.860,77	1.385.728,75
	(f)	2000	862.179,88	862.179,88	711.322,86	710.256,79
	(g)	211D*	1.337.408,00	1.337.408,00	1.148.781,29	1.133.016,01
INVESTIMENTO	(h)	123G	131.886,89	131.886,89	94.367,23	71.973,91
	(j)	123H	70.086.069,13	70.086.069,13	68.035.246,31	67.304.713,38
	(k)	123I	222.000,00	222.000,00	202.828,20	112.526,72
	(l)	14T7	105.903.752,41	105.903.752,41	104.226.272,44	104.130.419,14
	(m)	211D	75.873,00	75.873,00	75.873,00	75.873,00
TOTAL (DESPESAS CORRENTES E INVESTIMENTO)			180.604.485,13	180.604.485,13	175.893.552,10	174.924.507,70
TOTAL GERAL			630.410.605,13	625.763.727,52	607.908.770,40	572.070.371,77

Fonte: Relatório de Gestão da AMAZUL de 2024

O orçamento próprio da empresa aprovado na LOA 2024 é o somatório das letras ‘a’, ‘b’, ‘c’, ‘d’ (despesas obrigatórias com pessoal), ‘g’ (despesas com custeio da empresa) e ‘m’ (despesas de capital). Esse orçamento totalizou R\$451,2 milhões.

As letras ‘e’, ‘l’, ‘h’, ‘j’, ‘k’ e ‘f’ referem-se a valores provenientes da Marinha do Brasil, que totalizam R\$179.191.204,13 milhões. Desse montante, R\$107,8 milhões são oriundos do PNM (‘e’ e ‘l’) e R\$70,4 milhões provenientes do PROSUB (‘h’, ‘j’ e ‘k’). A letra ‘f’, refere-se ao custeio das atividades administrativas, no valor de R\$862 mil, que a Marinha complementou para que a AMAZUL honrasse com compromissos dessa natureza.

Em percentuais, 71,5% do total do orçamento de que a AMAZUL dispôs em 2024 foi proveniente dos recursos aprovados para a própria empresa na LOA. Já 28,5% foram supridos pela Marinha do Brasil. Se a análise se debruçar apenas para as despesas que não se enquadram como obrigatórias, o subtotal em questão é de R\$180,6, dos quais 59,7% são provenientes da remessa de recursos da MB.

Da análise acima infere-se que a maior parcela dos recursos que a AMAZUL recebeu em 2024, excetuados os valores obrigatórios recebidos para pagamentos de salários e parcelas remuneratórias ou indenizatórias de seus funcionários, foram provenientes da Marinha. Isso

demonstra que esta Força Singular lança mão da empresa para efetivamente executar programas de Defesa Nacional.

Nesse sentido, cabe analisar o quadro 1 que relaciona as contratações realizadas pela AMAZUL no âmbito dos programas PROSUB, PNM e PNB. Ou seja, dessa análise estão extraídos os contratos de vida vegetativa da empresa. O que se pode depreender é que os objetos contratados estão bastante concentrados em poucas iniciativas e algumas delas interligadas. O LABGENE, PNE e o SPN, por exemplo arrebatam 17 do total de 22 contratações. As demais estão relacionadas a 2 projetos institucionais e de TI para melhoria das operações da AMAZUL, à USEXA, à Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU) e à extensão da vida útil de Angra 1.

Quadro 1: Contratos vigentes da AMAZUL – Relatório de Gestão 2024

CONTRATAÇÕES PARA ATENDER AOS PROGRAMAS: PNB, PNM e PROSUB		
Empresa Contratada	Objeto da Contratação	Valor
ADELCO	Serviço técnico especializado para análise do grau de maturidade, consistência e completeza dos documentos que compõem os quadros elétricos do PNE . Contrato: TC 13/2022.	R\$ 8.217.000,00
AXIMA	Prestação de serviço de suporte metodológico e serviço técnico especializado para consolidação do projeto básico do Sistema de Ventilação e Ar-Condicionado (HVAC) do LABGENE . Contrato: TC 13/2023	€ 7.533.000,00
ATECH NEGÓCIOS EM TECNOLOGIAS S. A	Prestação de serviço de consultoria, a fim de contribuir para o ganho de maturidade técnica dos Sistemas de Controle da Planta Nuclear Embarcada (PNE) do Submarino Convencionalmente Armado com Propulsão Nuclear (SCPN). Contrato: TC 05/2023	R\$ 16.190.560,52
BK CONSULTORIA	Contratação de empresa pela AMAZUL para prestação de serviço de apoio técnico especializado de engenharia, com cessão de mão de obra, em dedicação exclusiva para as atividades de desenvolvimento do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE). Contrato: TC 01/2023	R\$ 48.847.030,46
CEGELEC	Prestação de serviço de suporte metodológico e serviço técnico especializado para consolidação do projeto básico do Prédio Combustível (PC) do LABGENE . Contrato: TC 12/2023	€ 5.498.768,00

COMPETITIVIDADE LTDA	Prestação de serviços remanescentes de apoio técnico de engenharia, com cessão de mão de obra em dedicação exclusiva, para as atividades de desenvolvimento do SPN . Contrato: TC 05/2024	R\$ 11.550.576,41
CONSBEM CONSTRUÇÕES	Contratação de empresa de engenharia civil para execução das Obras Civas de Construção do Complemento da Superestrutura e dos Serviços de Acabamento do Prédio Auxiliar Controlado, localizado dentro do LABGENE , no CTMSP – Centro Experimental Aramar, Sorocaba. Contrato: TC 03/2021	R\$ 51.473.908,11
ELETRONUCLEAR/AMAZUL/ FUNDAÇÃO PÁTRIA	Convênio elaborado pela Eletronuclear, envolvendo a Amazul e a Fundação PATRIA, com a finalidade de desenvolvimento para o processo de extensão de vida útil do reator da Usina Nuclear de Angra I. Convênio: CV 14/2019	R\$ 31.046.634,45
FLUID FEEDER INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	Contratação de empresa especializada para fornecimento do projeto detalhado, construção, instalação e comissionamento do Lavador de Gases e dos sistemas de insuflamento e ventilação de ar da Unidade C10.41, na Unidade de Produção de Hexafluoreto de Urânio(USEXA), localizada no Centro Industrial Nuclear de Aramar, em Iperó (SP).Contrato: TC 15/2024	R\$ 8.750.000,00
FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA (FDTE)	Desenvolver sistema de gerenciamento de atividades e de metodologias analíticas utilizando ferramentas computacionais amplamente aplicadas na área nuclear para aperfeiçoar e complementar as atividades em curso no âmbito do processo de Licenciamento do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE). Convênio: CV 06/2023	R\$ 2.762.897,15
FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA (FDTE)	Desenvolvimento e implementação de plataforma computacional para atender a metodologia BIM nos processos de elaboração de projetos de engenharia na empresa AMAZUL. Convênio: CV 02/2024	R\$ 1.032.363,75
FUNDAÇÃO PATRIA	Convênio tem por finalidade a captação e aplicação dos recursos financeiros e receitas próprias da AMAZUL, oriundas de serviços técnicos, tecnológicos e científicos executados pela empresa no âmbito do Contrato nº 5/23/011, para o desenvolvimento do Projeto Básico das instalações e sistemas da 1ª etapa da 2ª fase de implantação do empreendimento da	R\$ 7.789.695,68

	Usina Comercial de Enriquecimento de Urânio (UCEU). Convênio: CV 09/2023	
FUNDAÇÃO PATRIA	Convênio de desenvolvimento institucional tem por objeto Aprimorar o Sistema de Gerenciamento de Projetos e Programas Estratégicos da AMAZUL e da Marinha do Brasil. Convênio: CV 03/2024	R\$ 1.014.333,37
FUNDAÇÃO PATRIA	Convênio de desenvolvimento institucional tem por objeto aprimoramento das capacidades técnica e comercial da AMAZUL nos aspectos relacionados à irradiação de alimentos e produtos. Convênio: CV 09/2024	R\$ 1.438.808,42
G4F	Prestação de serviços de apoio técnico de engenharia, com cessão de mão de obra em dedicação exclusiva para o SPN . Contrato: TC 04/2022	R\$ 8.478.607,91
HERSA ENGENHARIA	Contratação de serviços das disciplinas de Mecânica, Elétrica, Instrumentação e Equipamentos com fornecimento de mão de obra e materiais no sub empreendimento Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC), que compõem o LABGENE . Contrato: TC 02/2020	R\$ 55.151.129,16
ICN	Fabricação e montagem eletromecânica do LABGENE . Contrato: TC 03/2022	R\$ 335.659.723,60
INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE NUCLEAR – IBQN	Contratação do IBQN para execução de serviços como Órgão de Supervisão Técnica Independente – OSTI para o LABGENE . Contrato: TC 02/2021	R\$ 34.636.122,28
NAVAL GROUP	Prestação de serviço de coordenação, suporte metodológico e serviço técnico especializado para consolidação do projeto básico do Prédio Auxiliar Controlado (“PAC”) do LABGENE , incluindo seus sistemas, subsistemas, equipamentos e interfaces, bem como a coordenação dos dados enviados à NAVAL GROUP referentes aos serviços prestados pela AXIMA e CEGELEC CEM na forma do Contrato de Prestação de serviço técnico especializado de consolidação do projeto básico do	€ 8.519.527,00

	HVAC e o Contrato de Prestação de serviço técnico especializado de consolidação do projeto básico do Prédio Combustível (PC). Contrato: TC 11/2023	
NUCLEP	Conclusão da fabricação, montagem e fornecimento do vaso e estrutura interna da contenção do LABGENE . Contrato: TC 11/2019	R\$ 62.326.152,06
RUTSCHI	Serviço técnico especializado para análise do grau de maturidade, consistência e completeza dos documentos que compõem as bombas centrífugas da PNE . Contrato: TC 10/2022	CHF 2.355.502,00
SERVIÇOS DE ENGENHARIA BENJAMIN ERNANI DIAZ LTDA ME	Contratação da empresa Serviços de Engenharia B Ernani Diaz Ltda. (SEBED), o qual tem por objeto, a prestação de serviço técnico independente de elaboração de relatórios contendo as verificações dos cálculos estáticos e dinâmicos das estruturas de concreto e de aço do LABGENE , do PROTER , do LEI , do LABMAT e das duas interfaces com as demais estruturas de cada empreendimento. Contrato: TC 10/2023	R\$ 865.850,00
TECNATOM	Elaboração de projeto e o fornecimento de painéis elétricos classe nuclear (1E) e painéis sísmicos classe não nuclear (N1E) a serem instalados no Prédio Auxiliar Não Controlado (PANC) no Laboratório de Geração Nucleoelétrica, denominado LABGENE , que se localiza no CTMSP – Centro Experimental Aramar, situado na zona rural do município de Iperó, SP, no km 12,5 da Rodovia Iperó – Sorocaba. Contrato: TC 19/2022	€ 2.411.766,00

Fonte: Adaptado de Relatório de Gestão 2024 da AMAZUL.

6. ANÁLISE DO CASO ESTUDADO À LUZ DA TEORIA

No capítulo de Revisão de Literatura foram tratadas três frentes teóricas que seguem em paralelo a teoria econômica institucional, a teoria schumpetteriana e neoschumpeteriana e a referência teórica das trajetórias tecnológicas de Giovanni Dosi. Tais vertentes do pensamento econômico serão justapostas ao caso concreto do desenvolvimento do setor nuclear no Brasil, mediante a atuação da empresa AMAZUL.

6.1 A trajetória tecnológica percorrida pela AMAZUL

Dentre os anos de 2014 a 2024, frente a primeira década de efetivos serviços prestados pela AMAZUL, este trabalho percorreu seus maiores feitos e esforços. Isso posto, resta verificação do curso percorrido e equiparação a teoria de Dosi para compreensão da trajetória tecnológica da AMAZUL nesse decênio.

A iniciativa para criação da empresa já reforça o conceito de *Technology-Push*. A busca da Marinha do Brasil por um formato institucional que permitisse o desenvolvimento de seu projeto estratégico que consiste na construção e um submarino convencionalmente armado e equipado com motor a propulsão nuclear, a levou por inúmeros caminhos que culminaram no amadurecimento de uma empresa que possibilita o avanço do projeto.

Dessa maneira, o curso percorrido não dependeu da demanda por energia nuclear que aquecesse o mercado desse setor no Brasil. Ou por outro lado, não dependeu de percepção da necessidade de acrescer a atividade da Defesa Nacional e de equipar com meios modernos e dissuasórios a frota da Marinha. Ao contrário, o impulso se deu pelo lado da oferta, onde quem produz essa tecnologia se empenha para estar mais perto da linha de fronteira dos produtos oferecidos.

E é imperioso destacar que a Marinha estava presente desde as primeiras iniciativas para criação da área nuclear dentro do CNPq que depois se desdobrou na criação da CNEN. Ou seja, foi uma instituição presente desde as primeiras fagulhas para incentivo da corrida pela diminuição do atraso histórico do Brasil. E, retomando para a série temporal da atuação da AMAZUL, pôde-se verificar que o conceito do impulso pela oferta continua presente uma vez que a empresa possui como um de seus objetivos estratégicos ampliar seu portfólio de serviços oferecidos para geração de receita e maior autonomia institucional para desenvolvimento das tecnologias pretendidas. E como foi

visto, a receita da empresa aumenta com bastante esforço empregado, não é proveniente de uma demanda autônoma.

Por conseguinte, a teoria de Dosi trata da questão dos insumos da ciência usados no processo de inovação bem como da associação do aumento da complexidade da pesquisa e desenvolvimento conforme se avança em conquistas tecnológicas. Sobre isso, as conclusões perfazem observações empíricas.

Sobre o assunto, verificou-se que a necessidade de amadurecimento dos recursos humanos foi um dos principais motivos que ensejou a criação da AMAZUL, proveniente de uma empresa que já existia e também relacionada à Marinha, a Emgepron. Vislumbrou-se a necessidade de armazenar conhecimento, buscar transferência de tecnologia na ocasião das aquisições internacionais e fazê-lo de forma a progressivamente aumentar o arcabouço tecnológico próprio.

Percebeu-se que tal feito se daria por meio das pessoas, do pessoal técnico empregado em empresa nacional. E que esse efetivo pudesse ser aprimorado em seu currículo acadêmico e técnico. Nesse sentido, a AMAZUL desde o ano de sua criação envidou esforços no seu programa de Gestão do Conhecimento. A empresa que já foi reconhecida pelo método empregado engajou-se em preparar seu pessoal para usufruir dos benefícios de realização de pesquisa e dos insumos da ciência no processo tecnológico. Além disso, repassar aos contratados o conhecimento e a técnica evitando retrabalhos ou perdas futuras.

6.2 Análise sob a ótica Institucional e Schumpeteriana

Sobre os dados levantados nos relatórios descritos anteriormente no capítulo 4, o intuito é observá-los com a lente da teoria econômica institucional e schumpeteriana. Desse modo, na sequência relata-se as sobreposições encontradas.

6.2.1 Analogia das Práticas Monopolistas de Schumpeter com a Interferência Institucional no Setor Nuclear Brasileiro

Interessante ponto a se observar para o curso econômico do setor nuclear no Brasil é que esse setor possui a peculiaridade da utilização de um minério como matéria-prima para geração da energia nuclear. No Brasil, as reservas de urânio encontram-se nos estados da Bahia e do Ceará. Ademais, a única atualmente ativa encontra-se em Caetité, na Bahia. Contudo, como

foi visto, as instituições, empresas e empreendimentos do setor encontram-se em sua maioria na região compreendida entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Destacam-se além das próprias capitais dos estados, as cidades de Resende, Angra dos Reis, Itaguaí, Iperó e São José dos Campos.

A analogia com as práticas monopolistas de Schumpeter é oferecida para reflexão neste estudo, pois poderiam ser vislumbradas como falha de mercado a concentração do desenvolvimento da energia nuclear e grandes empreendimentos da área em poucas empresas e localidades. E para além da prática monopolista, a falha de mercado em que a atuação do governo se faz presente deixando em segundo plano a livre manobra de oferta e procura.

Contudo, no caso concreto, tais atuações que poderiam ser apontadas como falhas que geram distribuição ineficiente de bens e serviços, na verdade são a saída possível para a travessia da fronteira da destruição criativa. A dominação dessa tecnologia de ponta, ainda que tardia, tendo em vista a condição econômica dificultosa de um país fora do eixo dos mais desenvolvidos tem dependido de atuação estatal e de grandes empresas tais como a Eletronuclear e a INB.

6.2.2 A busca histórica da Marinha pela redução de custos de transação

A Marinha do Brasil no decorrer de sua tentativa reiterada de desenvolvimento na área da tecnologia nuclear, esteve capitaneando ações que ajustassem configurações institucionais para possibilitar o curso de sua empreitada até os dias atuais. Para tanto, cabe recapitular alguns fatos trazidos no contexto desta investigação.

Logo no primeiro capítulo, foi relatado que o Almirante Othon Luiz juntamente a seu chefe que depois se tornou ministro Maximiniano, em 1977, buscaram na Força Aérea os instrumentos contratuais e congêneres que possibilitariam o início das pesquisas para o desenvolvimento do enriquecimento de urânio por ultracentrifugação. Essa parceria resultou na primeira operação de enriquecimento realizada com sucesso em 1982. Nesse contexto, buscar apoio do formato institucional da FAB bem como evitar embargos da CNEN foi essencial para avanços menos custosos da atividade tecnológica.

No mesmo ano da conquista do enriquecimento, em 1982, houve a criação da Emgepron, empresa vinculada à Marinha para gerenciamento de seus projetos navais dentre eles os da área nuclear. Apesar de vencer barreiras de burocracia no gerenciamento dos projetos, ainda havia necessidade de aprimorar principalmente a questão da apropriabilidade de conhecimento e retenção de processos institucionais específicos da tecnologia nuclear. Nesse contexto, em 2012

houve a aprovação da autorização para criação da AMAZUL, que se deu na sequência, em 2013.

Nesse condão a AMAZUL tem buscado ampliar sua iniciativa estratégica de Gestão do Conhecimento, como marca exclusiva da empresa. Programas de retenção de recursos humanos, retenção de conhecimento tácito e explícito, preparação de passagem gradual para aposentadoria de seus servidores, são exemplos desse esforço institucional.

Verificou-se também no escopo desse trabalho outra iniciativa em estágio menos avançado, mas profícua para o futuro. A AMAZUL tem buscado conforme descrito em planejamento estratégico, geração de receita mediante prestação de seus serviços. Nesse sentido, ainda que discreto, houve evoluções no quesito de diversidade e quantidade de serviços com consequentes receitas auferidas pela empresa, o que pode representar no futuro uma independência maior com relação aos cofres públicos e maior autonomia e agilidade na condução de sua trajetória.

Figura 2: Demonstração do Resultado do Exercício AMAZUL (2019 a 2024)



Fonte: Relatório de Gestão AMAZUL 2024

Sobre isso, a figura 2 traz uma importante reflexão. O comportamento das receitas da AMAZUL fica tímido perante aos investimentos da União. Assim, nos anos em que há o desejado suporte orçamentário para suprir as iniciativas da empresa, o prejuízo auferido é maior, como foi no ano de 2023 com o retorno do PAC, por exemplo. De 2020 a 2023 a AMAZUL não apurou receita própria. Já em 2024 houve apuração de R\$ 2,75 milhões proveniente de três contratos de serviços. Em 2019 houve apenas a arrecadação no valor de R\$ 43 mil referente a multa aplicada por descumprimento contratual.

7 RESULTADO E DISCUSSÃO

O curso do setor nuclear no Brasil é altamente dependente da opção dos dirigentes políticos da nação. Assim, esse mercado apresenta-se um modelo bem adequado para exemplificar o conceito institucional de *public choice*. Nesse ínterim, defendeu-se que as Forças Armadas, e dentre elas a Marinha, apresenta modelo institucional menos permeável por coalizões políticas, voto majoritário. Defende-se, assim, que isso estabiliza mais as decisões no âmbito militar, em comparação com o poder executivo como um todo. No caso do Programa Nuclear da Marinha, verificou-se que houve esforço continuado décadas à fio para que o projeto tivesse continuidade. Conforme foi visto, enquanto o orçamento do governo federal aplicado ao setor nuclear teve quedas abruptas por períodos reiterados, a Marinha buscou utilizar seu próprio orçamento em prol da manutenção do programa. Ou seja, a opção de seus dirigentes seguiu nessa direção.

Revisita-se o fato de que este trabalho buscou pesquisar o comportamento do setor nuclear, mais especificamente dentro da atuação da Marinha do Brasil por meio da empresa estatal AMAZUL. Observou-se que a configuração das regras institucionais colaborou para que essa atividade não sucumbisse mediante tanta oscilação nos aportes de investimento público. O Programa Nuclear da Marinha remonta a 1979, em 1982 a Marinha cria a Emgepron e em 2012 a AMAZUL. Para tanto, houve resiliência institucional, que ainda se faz presente. Isso porque, com relação ao financiamento privado para esta atividade o mesmo somente pôde ser observado em curta medida após cerca de quatro décadas de desenvolvimento do setor pelo investimento do estado.

Sobre o conceito de trajetória tecnológica aplicado à AMAZUL, primeiramente cabe ressaltar a adequação ao conceito de impulso pela técnica pelo lado da oferta. A demanda pela tecnologia nuclear no Brasil é predominantemente proveniente de aspectos de soberania e desenvolvimento de tecnologia nacional impulsionado pelo Estado. Nesse contexto, sobre desenvolvimento de tecnologia, no âmbito da AMAZUL e do Programa Nuclear da Marinha, o estado da arte continua a ser o objetivo almejado, e isso se dá por meio, principalmente, de contratos com compartilhamento de tecnologia e gestão do aprendizado para retenção do conhecimento. Nesse sentido, houve resultados positivos no avanço do projeto do submarino convencionalmente armado à propulsão nuclear. O contrato com a Naval Group, francesa tem refletido, por parte do Brasil, no acúmulo de conhecimento específico na tecnologia do estado da arte.

Sobre o conceito de empresário de Schumpeter, no decurso do trabalho verificou-se que ele está condizente com os papéis exercidos por cidadãos que foram impulsores da tecnologia nuclear proveniente do PNM. No passado, os nomes de Almirante Álvaro Alberto, Coronel Amarante, Almirante Othon são seguidos pelas autoridades militares e civis que sustentam o legado e dirigem os caminhos institucionais do programa nuclear tanto na Marinha quanto na AMAZUL. Ainda em Schumpeter, as práticas monopolistas forneceram explicação possível para determinadas concentrações regionais que viabilizaram redução de custos à empreitada nuclear.

A trajetória tecnológica percorrida pela AMAZUL apresentou também uma tendência por adotar sempre que possível atuação em projetos de uso dual, ou ainda de usufruto preponderantemente civil. Verificou-se que projetos militares menores foram abandonados ou adiados, tais como motor a ímã permanente, veículo de imersão em águas profundas, sistema de combate do Submarino nuclear. A pesquisa indica permanência pelo desenvolvimento do Submarino a propulsão nuclear (ainda que com contratação de empresas externas para aplicar a gestão do conhecimento) e por projetos de uso civil ou uso dual (civil e militar) como o Reator Multipropósito, atuação nas usinas nucleares e na produção de combustível nuclear. Nesse caso, verifica-se adequada a pontuação da teoria de Dosi (2006) de que o progresso técnico tem como seletor o sistema econômico em que está inserido.

É possível afirmar que a trajetória da AMAZUL colaborou para o Programa Nuclear da Marinha e, de maneira mais abrangente, para o Programa Nuclear Brasileiro. Mais ainda, pode-se dizer que a instituição Marinha do Brasil vem entregando ao país progresso técnico no que diz respeito ao setor nuclear ao longo de décadas. Nesse formato institucional, apesar do atraso frente a outros países, e frente ao tempo desde que o projeto do submarino nuclear foi planejado, a Marinha, por meio da atuação da AMAZUL, reverte resultados econômicos positivos uma vez que detém capital tecnológico, intelectual e humano essenciais. Ainda que possua uma demonstração de resultado de prejuízo, com aportes maiores que as suas receitas.

Por fim, salienta-se que este estudo buscou avançar em uma temática pouco explorada que é a pasta da Defesa Nacional analisada economicamente à luz da teoria econômica institucional. Isso posto, dada o rico arcabouço teórico disponível, concentrou-se em selecionar os conceitos que mais se apresentam aderentes ao tema. Considera-se que o estudo se sagrou bem-sucedido nesse aspecto. Por outro lado, cabe apontar as limitações presentes, à medida em que foram priorizadas as análises altamente baseadas nos acontecimentos empíricos. Sugere-se a possibilidade de estender a investigação para o campo da análise de dados quantitativos para

conclusões adicionais sobre a teoria institucional, sobretudo com relação aos custos de transação incorridos nas sucessivas prorrogações e replanejamentos dos projetos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Marco Antonio. **O Programa Nuclear da Marinha**: uma abordagem a partir do orçamento. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

AMAZÔNIA AZUL TECNOLOGIAS DE DEFESA S.A. **Contrato Nº 13/2023-00**. São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.amazul.mar.mil.br/sites/default/files/2025-05/TJIL%20-%20072023%20-%20TC_13-2023-00_AXIMA_edit%C3%A1vel.pdf

AMAZÔNIA AZUL TECNOLOGIAS DE DEFESA S.A. **Relatórios de Gestão**. São Paulo, 2012 a 2024. Disponível em: <https://www.amazul.mar.mil.br/index.php/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-de-gestao>. Acesso em: 06 out. 2025.

AMAZÔNIA AZUL TECNOLOGIAS DE DEFESA S.A. **Compromissos**: Cerimônia de Lançamento ao Mar do Submarino "Almirante Karam" (S-43) e Entregado Submarino "Tonelero" (S-42). São Paulo, 2025. Disponível em: <https://amazul.marinha.mil.br/compromissos/cerimonia-de-lancamento-ao-mar-do-submarino-almirante-karam-s-43-e-entregado-submarino>. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. Lei Nº 14.822, de 22 de janeiro de 2024. Estima a receita e fixa a despesa da União para o exercício financeiro de 2024. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2024.

COASE, Ronald H. **A firma, o mercado e o direito**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559644964/epubcfi/6/26\[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml12\]!/4/22/1:127\[ol%C3%AD%2Csti\]>](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559644964/epubcfi/6/26[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml12]!/4/22/1:127[ol%C3%AD%2Csti]>). Acesso em: 15 out. 2025.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN. **Reator Multipropósito Brasileiro** – RMB. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/rmb/o-reator-multiproposito-brasileiro-rmb>>. Acesso em: 10 de out de 2025.

DOSI. Giovanni. **Mudança Técnica e Transformação Industrial**: A Teoria e uma Aplicação À Indústria dos Semicondutores. São Paulo: Editora da UNICAMP, 2006.

GIL. Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos. Estratégias de implementação e efeitos de arraste dos grandes programas de desenvolvimento tecnológico nacionais: experiências do programa nuclear da Marinha do Brasil. **Pesquisa Naval**, São Paulo, n. 16, p. 129-146, 2003.

PATTI, Carlo *et al.* O programa nuclear brasileiro: uma história oral. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2014.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 8ª Edição. São Paulo: Pearson, 2014.

MARASCHIN, Gabriel de Azevedo et al. Ciência, tecnologia e desenvolvimento: o conselho nacional de pesquisas e a política nuclear brasileira (1951-1964). 2025.

MARINHA DO BRASIL. Programas Estratégicos. 2025. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programas-estrategicos>. Acesso em 15/02/2025

MONTEIRO, Jorge Vianna. Sobre economia institucional e economia do setor público. *Revista de Administração Pública*, v. 14, n. 1, p. 103 a 111-103 a 111, 1980.

MOURA, José Augusto Abreu. A Tecnologia e a Guerra no Mar. *In: ALMEIDA, F. E. A. et al. Estudos Marítimos: Visões e Abordagens*. São Paulo: Humanitas, 2019. p. 317-354.

NORTH, Douglass Cecil. **Instituições, Mudança Institucional e Desempenho Econômico**. Tradução de Alexandre Morales. São Paulo: Três Estrelas, 2018.

NORTH, Douglass Cecil. **Understanding the Process of Economic Change**. New Jersey: Princeton University Press, 2005.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Capitalismo, socialismo e democracia**. São Paulo: Editora UNESP, 2017. 582 p.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e Ciclo Econômico**. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda., 1997.

SIGA BRASIL. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrasil>>. Acesso em 28/02/2024.

SUBMARINO nuclear é projeto mais difícil da história militar, diz almirante. **CNN Brasil**, São Paulo, 13 set. 2025. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/politica/submarino-nuclear-e-projeto-mais-dificil-da-historia-militar-diz-almirante/>>. Acesso em 20 de nov. 2025.

YAMASHITA, Rafael Basilio. Comprometimento institucional com as políticas de longo prazo: Análise da dimensão orçamentária do Programa Nuclear da Marinha entre 1985 a 2018. 2019.