

**BENJAMIN OLIVEIRA LENZ CESAR
LUCCAS SESINANDO BRAIDO MONTEIRO**

Strategic Foresight aplicada no Setor Elétrico:
Estudo da Metodologia e sua Aplicação na Antecipação de Futuros Possíveis

PROJETO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
APRESENTADO AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL
DA PUC-RIO, COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Xavier Seeling

Departamento de Engenharia Industrial
Rio de Janeiro, 04 de dezembro de 2024.

AGRADECIMENTOS

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso só foi possível graças ao apoio, à orientação e à inspiração de pessoas que, direta ou indiretamente, estiveram ao nosso lado ao longo desta trajetória. A todos, expressamos nossa profunda gratidão.

Agradecemos, em primeiro lugar, a Deus, pela força, sabedoria e resiliência que nos sustentaram, especialmente nos momentos mais desafiadores.

Às nossas famílias, por todo o suporte emocional, moral e material. Aos nossos pais, pelo amor incondicional, pela confiança em nosso potencial e pelo exemplo de dedicação e perseverança. Aos nossos irmãos, por seu apoio constante e inspiração ao longo desta jornada. À namorada de um de nós e à noiva do outro, por sua paciência, compreensão e incentivo, que foram fundamentais para que superássemos os desafios deste percurso.

Ao Prof. Dr. Marcelo Xavier Seeling, nosso orientador, cuja competência, paciência e orientação precisa foram determinantes para a realização deste trabalho. Seu comprometimento e disponibilidade foram essenciais para a qualidade do projeto.

Ao Prof. Ricardo Yogui, pela mentoria prestada durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência e orientações valiosas contribuíram significativamente para o aprofundamento e direcionamento deste estudo.

Nosso sincero agradecimento a todos que contribuíram para esta conquista.

RESUMO

O aumento da volatilidade, das incertezas e das transformações disruptivas no contexto global exige o uso de abordagens estratégicas para antecipar mudanças e fortalecer a resiliência organizacional, especialmente em setores críticos como o setor elétrico. Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de aplicar a metodologia *Strategic Foresight* ao setor elétrico brasileiro, utilizando o *framework Foresight* Setorial, desenvolvido e proposto neste trabalho, com o intuito de contribuir para a literatura nesse campo. O *framework* proposto integra metodologias renomadas, como análise PESTAL, Método Delphi, Matriz Probabilidade x Impacto e Horizontes de Inovação. A aplicação do *framework* mapeou e priorizou tendências estratégicas, classificando-as em horizontes de curto, médio e longo prazo, conforme seu impacto e probabilidade de ocorrência. Entre as tendências identificadas como de maior probabilidade de ocorrência, impacto significativo e horizonte de tempo mais próximo destacam-se a regulamentação da geração distribuída, a abertura do mercado livre de energia, o crescimento da microgeração, o avanço no armazenamento de energia com baterias, os subsídios para energias renováveis e a descarbonização acompanhada pela evolução energética.

Palavras-chave: *Strategic Foresight*; Setor Elétrico Brasileiro; Mapeamento de Tendências; Priorização Estratégica; *Foresight* Setorial.

ABSTRACT

The increase in volatility, uncertainty, and disruptive transformations in the global context necessitates the use of strategic approaches to anticipate changes and strengthen organizational resilience, particularly in critical sectors such as the electricity sector. In this regard, this study aims to apply the Strategic Foresight methodology to the Brazilian electricity sector, utilizing the Sectoral Foresight Framework developed and proposed in this work, with the intent of contributing to the literature in this field. The proposed framework integrates well-established methodologies, such as PESTAL analysis, the Delphi Method, the Probability x Impact Matrix, and Innovation Horizons. The application of this framework mapped and prioritized strategic trends, classifying them into short-, medium-, and long-term horizons based on their impact and probability of occurrence. Among the trends identified as having the highest probability of occurrence, significant impact, and the closest time horizon are the regulation of distributed generation, the opening of the free energy market, the growth of microgeneration, advances in energy storage with batteries, subsidies for renewable energy, and decarbonization accompanied by energy evolution.

Key words: Strategic Foresight; Brazilian Electric Sector; Trend Mapping; Strategic Prioritization; Sectoral Foresight.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Conceito de Strategic Foresight	9
2.2 Evolução do Strategic Foresight	10
2.3 Framework Foresight	12
2.4 Análise PESTAL	13
2.5 Diamante de Popper	14
2.6 Método Delphi	17
2.7 Matriz Probabilidade X Impacto	18
2.8 Horizontes de Inovação	21
2.9 Setor Elétrico Brasileiro	23
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	26
3.1 Tipo de Pesquisa	26
3.2 Pesquisa Documental	26
3.3 Coleta de Dados	27
4 DESENVOLVIMENTO DO FRAMEWORK	29
4.1 Definição de Contexto e Escopo	29
4.2 Coleta de Informações	29
4.3 Priorização de Tendências	30
4.3.1 Horizonte de tempo	30
4.3.2 Probabilidade	31
4.3.3 Impacto	31
4.4 Classificação de Horizontes de Inovação	32
4.5 Proposta de Framework	32

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADO	34
5.1 Etapa 1 - Contexto do Setor Elétrico Brasileiro	34
5.1.1 Político	34
5.1.2 Econômico	35
5.1.3 Social	35
5.1.4 Tecnológico	36
5.1.5 Ambiental:	37
5.1.6 Legal	37
5.2 Etapa 2 - Mapeamento de Tendências	37
5.2.1 Tendências Políticas/Legais:	38
5.2.2 Tendências Econômicas	39
5.2.3 Tendências Sociais	39
5.2.4 Tendências Tecnológicas	40
5.2.5 Tendências Ambientais	41
5.3 Etapa 3 - Matriz Impacto x Probabilidade das Tendências	42
5.4 Etapa 4 - Visão estratégica de Horizontes de Inovação	45
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICE – PROTOCOLO E QUESTIONÁRIO	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Framework Foresight	12
Figura 2 – Framework PESTAL	14
Figura 3 - Diamante de Popper	15
Figura 4 – Sequência do Método Delphi	18
Figura 5 – Escala de Probabilidade	19
Figura 6 – Matriz Probabilidade x Impacto	20
Figura 7 – Matriz Impacto x Incerteza	20
Figura 8 – Modelo de Horizontes de Inovação	22
Figura 9 – Framework de Distribuição de Investimentos	23
Figura 10 – Evolução da Matriz Elétrica Brasileira	24
Figura 11 – A Trajetória da Energia Elétrica	24
Figura 12 - Mercado Livre x Mercado Cativo	25
Figura 13 – Proposta de Framework <i>Foresight</i> Setorial	33
Figura 14 – Tendências	42
Figura 15 – Matriz de Priorização	43

1 INTRODUÇÃO

A contemporaneidade é caracterizada por crescente instabilidade e riscos, que impõem grandes desafios à tomada de decisões estratégicas. Esse desafio torna-se ainda mais complexo, em grande medida, pelo fato de que muitas metodologias tradicionais para formulação estratégica assumem um mundo relativamente estável ou previsível (Reeves; Deimler, 2011). Contudo, a realidade atual aponta para uma necessidade de reavaliação dessas premissas e de acordo com Manyika *et al.* (2017), em relatório da McKinsey & Company, estima-se que, até 2030, entre 400 e 800 milhões de postos de trabalho poderão ser automatizados. Isto poderá acarretar uma transformação significativa tanto na economia global quanto na natureza do trabalho.

Essa imprevisibilidade, entretanto, não se restringe apenas ao futuro. Um olhar retrospectivo para eventos como pandemias e guerras inesperadas evidencia o aumento da velocidade e da frequência das mudanças disruptivas. A pandemia de COVID-19 trouxe transformações profundas, tanto no âmbito digital quanto econômico. Um exemplo notável é o crescimento exponencial de plataformas digitais, como a Zoom, que passou de 10 milhões de participantes diários em dezembro de 2019 para mais de 300 milhões em abril de 2020 (Vailshery, 2024). Paralelamente, o relatório *World Development Report 2022*, do *World Bank Group*, dirigido por Leora Klapper, aponta que a pandemia desencadeou a maior crise econômica global em mais de um século, afetando cerca de 90% dos países com contração econômica, superando até eventos históricos como as guerras mundiais e a Grande Depressão. Em 2020, a economia global encolheu cerca de 3%, enquanto a pobreza global aumentou pela primeira vez em uma geração, revelando fragilidades econômicas significativas.

As mudanças no contexto social e empresarial ocorrem em ritmo sem precedentes. Nesse sentido, metodologias como o *Strategic Foresight* ganham destaque ao reconhecer a volatilidade do ambiente e oferecer estruturas para explorar desafios, identificar inovações e expandir o espaço competitivo das organizações (Iden; Methlie; Christensen, 2017). Segundo Gordon *et al.* (2020), essa abordagem evoluiu de previsões tecnológicas e planejamento estratégico para considerar múltiplos futuros possíveis, possibilitando organizações mais ágeis e adaptativas. Essa evolução reflete uma transição para práticas holísticas e proativas, que não apenas preveem o futuro, mas também o moldam.

Godet (2010) destaca que o *Strategic Foresight* vai além de reagir às mudanças, buscando dominar mudanças esperadas (preatividade) e induzir transformações desejadas (proatividade). Essa abordagem integra componentes essenciais, como a análise de tendências,

a construção de cenários (Tiberius, 2019) e o uso de capacidades dinâmicas para ajustar recursos e estratégias no planejamento estratégico (Schwarz; Rohrbeck; Wach, 2020). Além disso, Liebl e Schwarz (2010) e Chamas (2020) enfatizam que o diagnóstico de tendências é fundamental para prever mudanças disruptivas, gerando insights valiosos que fortalecem a resiliência organizacional em ambientes VUCA (voláteis, incertos, complexos e ambíguos).

O campo do *Strategic Foresight* enfrenta uma série de desafios contínuos, incluindo a necessidade de lidar com ambientes incertos e complexos, como sugere Fuller (2017), ao explorar como a antecipação organizacional pode ser mediada por sistemas antecipatórios e abordagens que considerem as relações múltiplas e dinâmicas do ambiente. Ainda conforme este autor, para ser eficaz, o *foresight* deve ser adaptável e capaz de lidar com a complexidade e a imprevisibilidade dos cenários futuros.

A adoção do *Strategic Foresight* pelas empresas tem se tornado cada vez mais relevante, especialmente em um cenário marcado por incertezas crescentes. Uma pesquisa realizada pelo Instituto Nuremberg em 2020 indicou que mais de 90% das maiores empresas na Europa e nos EUA já aplicam algum tipo de *Strategic Foresight* em suas tomadas de decisão, com 34% dessas empresas contando com uma unidade específica dedicada a essa prática. Esse número ressalta o aumento da popularidade dessa abordagem, particularmente entre grandes corporações (Tiberius; Schwarz; Roig-Dobón, 2021).

Dentro desse contexto de incertezas, o setor elétrico, em especial, enfrenta transformações profundas, tanto regulatórias quanto tecnológicas e sociais (Telhado, 2020). No caderno de Consolidação do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2034, publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), são apresentadas perspectivas positivas para a evolução do setor elétrico brasileiro, como o crescimento da Oferta Interna de Energia (OIE) da matriz, por exemplo, que espera-se crescer a uma taxa média de 2,2% ao ano. Além disso, o PDE 2034 aponta que o total de investimentos previstos para o setor no horizonte decenal é de cerca de 3,2 trilhões de reais.

O setor elétrico envolve a geração, transmissão e distribuição de eletricidade ao consumidor final, sendo impactado por diversas mudanças, como a abertura do mercado livre de energia em 2024 para pequenas e médias empresas, conforme estabelecido pelo MME (2024). A matriz elétrica também tem se transformado, com destaque para a energia solar, que passou de 1% em 2019 para 7% em 2023, tornando-se a quarta fonte de maior representatividade, segundo a EPE (2023). Adicionalmente, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (2022) aponta a descarbonização (substituição

de emissões de carbono por alternativas limpas) e digitalização como fatores que têm influenciado significativamente o setor. Dada a elevada necessidade de investimentos e o ritmo acelerado de mudanças, é essencial que as empresas adotem uma postura estratégica, com planejamento de longo prazo e decisões informadas e de qualidade (Telhado, 2020). Com base nisso, emergem naturalmente as seguintes perguntas de pesquisa que norteiam este trabalho:

1. Quais são as tendências futuras para o setor elétrico brasileiro?
2. Como pode se priorizar estrategicamente essas tendências?

Assim, o objetivo geral deste trabalho de pesquisa é a aplicação do *Strategic Foresight* no setor elétrico, visando mapear as tendências e inovações que irão impactar o futuro do setor elétrico no Brasil. Além disso, os objetivos específicos são:

- Elencar as principais tendências para o setor elétrico brasileiro
- Classificar as tendências elencadas em termos de probabilidade e impacto
- Alocar as tendências priorizadas em horizontes de inovação
- Aplicação do *framework* desenvolvido para o *Strategic Foresight* no setor elétrico brasileiro.

A estrutura deste trabalho foi organizada para oferecer uma abordagem lógica e coesa ao tema. O capítulo 1 apresenta a introdução, destacando a relevância do tema, o contexto, as perguntas de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, além da estrutura do trabalho. No capítulo 2, é apresentado o referencial teórico, que abrange conceitos e ferramentas fundamentais para o entendimento do tema estudado. O capítulo 3 detalha o método de pesquisa, incluindo as técnicas e ferramentas utilizadas. No capítulo 4, é desenvolvido e explicado o *framework* proposto para o *Strategic Foresight*, com base em outros modelos e ferramentas da literatura. No capítulo 5, o *framework* de *Strategic Foresight* é aplicado ao caso do setor elétrico brasileiro, os resultados obtidos são analisados e são propostas sugestões para a priorização estratégica com base nos achados da pesquisa. Por fim, o capítulo 6 traz as considerações finais, sintetizando as conclusões do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados conceitos e ferramentas essenciais que fundamentam a compreensão deste estudo.

2.1 Conceito de Strategic Foresight

O *Strategic Foresight*, ou Previsão Estratégica, é uma abordagem metodológica que possibilita a exploração de cenários futuros diversos, permitindo que organizações preparem-se para desdobramentos possíveis e se adaptem a mudanças no ambiente (Schulze, 2017). Essa metodologia é particularmente valiosa em contextos caracterizados pela volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, conhecidos pelo acrônimo VUCA, como destacado por Reeves e Deimler (2011). Diferente de modelos tradicionais de planejamento estratégico, que assumem estabilidade ou previsibilidade, o *Strategic Foresight* concentra-se na antecipação e adaptação, oferecendo ferramentas que permitem olhar ativamente para o futuro ao invés de apenas reagir a ele (Godet, 2010).

Segundo Schulze (2017), a essência do *Strategic Foresight* está em sua capacidade de operar em múltiplos horizontes temporais e considerar diversas possibilidades para o futuro. Gordon *et al.* (2020) apontam que esta prática permite que organizações visualizem cenários alternativos, que vão desde projeções mais prováveis até aqueles menos esperados, mas potencialmente transformadores. Segundo o autor, essa visão abrangente é complementada pela identificação de sinais fracos e tendências emergentes, elementos muitas vezes ignorados em análises lineares, mas que possuem o potencial de se converter em disruptões significativas no ambiente organizacional. Tiberius (2019) enfatiza que o *Strategic Foresight* não apenas ajuda as organizações a se adaptarem a mudanças, mas também as posiciona para liderar inovações que moldem novos mercados e espaços competitivos.

Diversos métodos e ferramentas podem ser empregados de forma combinada para estruturar o processo de *Strategic Foresight*, cada um com suas especificidades e aplicações práticas. Entre eles, o Método Delphi, originalmente desenvolvido pela RAND Corporation na década de 1950, destaca-se como uma técnica amplamente utilizada para estruturar opiniões de especialistas e construir consensos em contextos de alta incerteza (Linstone; Turoff, 2002). O Método Delphi combina iterações sucessivas de questionários com *feedback* estruturado, o que permite refinar previsões e priorizar tendências de forma colaborativa. Complementarmente, a

Causal Layered Analysis (CLA), que em tradução livre significa “análise casual em camadas”, oferece um olhar profundo sobre problemas complexos ao explorar diferentes níveis de análise, desde narrativas superficiais até mitos e metáforas que moldam percepções culturais, como discutido por Inayatullah (1998). Esses métodos são frequentemente combinados com técnicas de construção de cenários, que criam narrativas alternativas para o futuro, permitindo que as organizações analisem impactos potenciais e desenvolvam estratégias mais resilientes (Schwartz, 1991).

A integração do *Strategic Foresight* com conceitos de capacidades dinâmicas fortalece ainda mais seu impacto estratégico. Teece, Pisano e Shuen (1997) definem capacidades dinâmicas como a habilidade organizacional de integrar, construir e reconfigurar recursos internos e externos em resposta a mudanças no ambiente. No contexto do *Strategic Foresight*, Schwarz, Rohrbeck e Wach (2020) argumentam que essa prática aprimora a capacidade das organizações de prever e responder a desafios futuros, ao mesmo tempo em que estimula a inovação proativa. Essa interação é especialmente relevante em setores onde transformações regulatórias e avanços tecnológicos exigem adaptabilidade contínua.

No entanto, a implementação do *Strategic Foresight* não está isenta de desafios. Fuller (2017) discute que barreiras culturais frequentemente dificultam a adoção de abordagens não lineares e exploratórias, especialmente em organizações que privilegiam práticas tradicionais de gestão. Além disso, a falta de dados confiáveis e a complexidade inerente à construção de cenários robustos podem limitar sua eficácia.

Portanto, o *Strategic Foresight* não se limita à previsão do futuro, mas se estende ao processo de criação de visões de longo prazo, permitindo que organizações e indivíduos moldem proativamente seu desenvolvimento e adaptam suas estratégias de acordo com os desafios e oportunidades que surgem no ambiente externo.

2.2 Evolução do Strategic Foresight

Segundo Holt (2023) o *Strategic Foresight*, como ferramenta metodológica, passou por um processo contínuo de evolução desde sua concepção, consolidando-se como um recurso indispensável para organizações que enfrentam ambientes de alta incerteza. Conforme este autor argumenta, essa evolução foi marcada por uma transição fundamental: passou de uma abordagem reativa, focada em respostas imediatas a crises, para uma perspectiva proativa, onde organizações buscam moldar ativamente cenários futuros e antecipar desafios. Essa transição

não apenas reflete mudanças nos paradigmas organizacionais, mas também o reconhecimento da necessidade de incorporar maior flexibilidade e resiliência às operações.

Inicialmente, o *Strategic Foresight* era predominantemente associado a previsões tecnológicas e ao planejamento estratégico linear, como destacado por Godet (2010). No entanto, à medida que os contextos econômicos, sociais e ambientais tornaram-se mais dinâmicos, a prática evoluiu para integrar análises mais complexas de tendências emergentes e incertezas múltiplas. Gordon *et al.* (2020) destacam que as décadas recentes testemunharam uma ampliação significativa no escopo do *Strategic Foresight*, que passou a incluir elementos como capacidades dinâmicas e inovação disruptiva, refletindo uma abordagem mais holística.

A prática do *Strategic Foresight* ganhou notoriedade em momentos históricos críticos, como os choques do petróleo na década de 1970, quando empresas como a Shell demonstraram a eficácia de cenários prospectivos na preparação para incertezas geopolíticas e econômicas (Schwartz, 1991). Esses eventos marcaram o início de uma transformação cultural dentro de organizações, que passaram a reconhecer a necessidade de integrar práticas de *Strategic Foresight* aos seus processos de planejamento estratégico. Liebl e Schwarz (2010) reforçam que a evolução do *Strategic Foresight* está intrinsecamente conectada à crescente complexidade dos sistemas globais, que exigem ferramentas analíticas capazes de lidar com interdependências e não-linearidades.

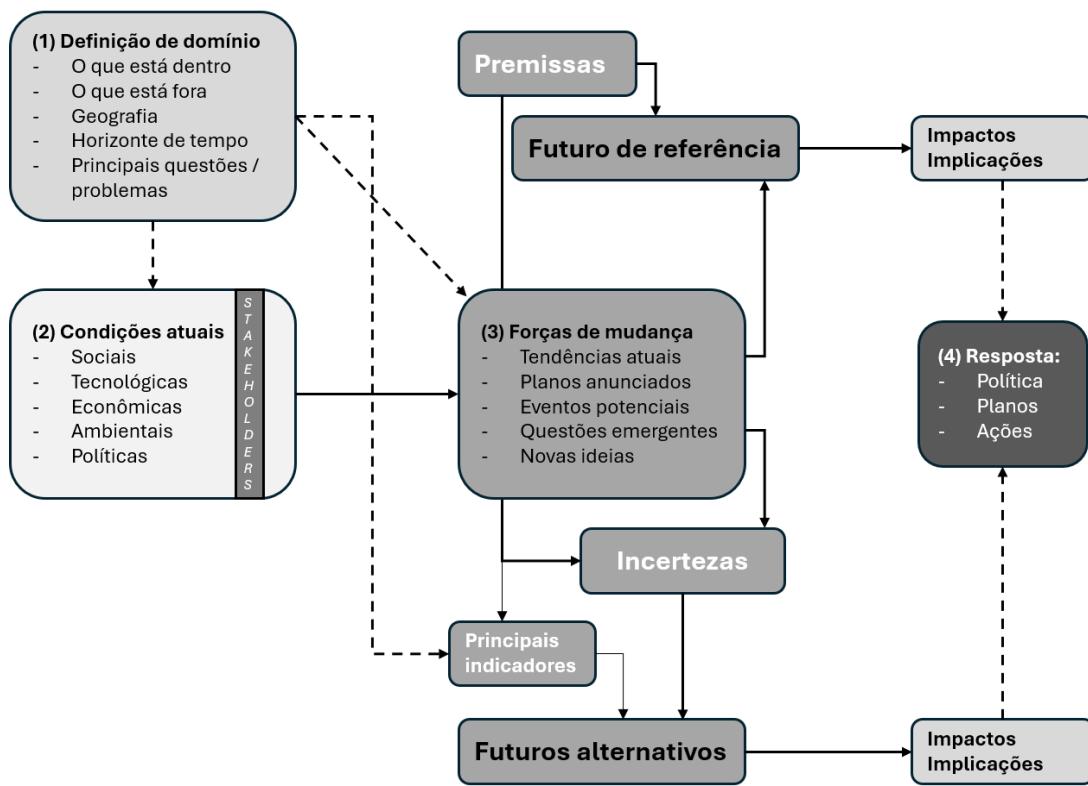
Nos anos 2000, o *Strategic Foresight* começou a adotar abordagens ainda mais adaptativas e participativas, incorporando ferramentas como o Método Delphi e workshops colaborativos para engajar múltiplas partes interessadas no processo de construção de cenários (Linstone; Turoff, 2002). Essa mudança metodológica reflete uma compreensão mais profunda de que o futuro não pode ser previsto com precisão, mas pode ser explorado por meio de narrativas robustas que orientem as tomadas de decisão (Tiberius, 2019).

Adicionalmente, Fuller (2017) argumenta que o *Strategic Foresight* passou a incluir elementos de sistemas antecipatórios, que permitem a integração de múltiplos pontos de vista e maior adaptabilidade diante de eventos disruptivos. Segundo o autor, essa evolução transformou o *Strategic Foresight* de uma prática limitada a departamentos específicos em uma abordagem estratégica que permeia toda a organização, sendo particularmente relevante em setores de alta volatilidade, como energia e tecnologia. Nos dias atuais, o *Strategic Foresight* representa não apenas uma resposta às incertezas do ambiente externo, mas também um instrumento de transformação interna.

2.3 Framework Foresight

O *Strategic Foresight* é uma metodologia rica, detalhada e complexa que, consequentemente, pode ser aplicada de diferentes formas, muitas das quais podem inclusive ser baseadas em intuição ou impulsividade (Popper, 2008). Diante disso, um dos *frameworks* utilizados para implementar essa metodologia é o *Framework Foresight*, desenvolvido por Peter Bishop e Andy Hines da Universidade de Houston, conforme ilustrado na Figura 1. Os parágrafos a seguir, portanto, serão discutidos com base na metodologia proposta por Hines e Bishop (2013).

Figura 1 – *Framework Foresight*



Fonte: Adaptado de Hines e Bishop (2013).

O primeiro passo do *framework* é a definição do domínio, onde se delimita o escopo da análise, incluindo a geografia, o horizonte temporal e a questão-chave a ser investigada. Em seguida, a segunda etapa é a avaliação das condições atuais, considerando fatores sociais, tecnológicos, econômicos, ambientais e políticos, os quais fornecem uma base para entender o contexto em que as mudanças podem ocorrer.

Na sequência, o *framework* foca na terceira etapa, no qual são levantadas as forças de mudança. Esse estágio consiste em identificar e coletar tendências, eventos e ideias que têm o potencial de alterar o futuro. Deve-se estar atento não apenas a tendências prováveis mas também tendências fracas, chamadas de *weak signals* (Hiltunen, 2008). Com base nessas forças, é criado um futuro de referência (cenário mais provável caso as condições continuem sem grandes alterações) e futuros alternativos (explorando cenários divergentes do futuro de referência), o que amplia as possibilidades de planejamento.

Por fim, o modelo propõe a quarta etapa de respostas estratégicas, como políticas e ações, que ajudam a mitigar riscos e a aproveitar oportunidades, tornando o *framework* uma ferramenta eficaz para o planejamento de longo prazo, especialmente em setores com alta volatilidade.

Segundo Hines e Bishop (2013), o *framework* foi projetado intencionalmente para acomodar e incorporar outros tipos de método, uma vez que o autor acredita que não existe uma única forma correta de realizar o *Strategic Foresight*. Assim, ele oferece um *framework* geral, flexível, que pode ser adaptado. Além disso, o autor destaca que o modelo não precisa ser aplicado integralmente, sendo possível utilizar apenas as etapas mais relevantes para cada contexto específico.

2.4 Análise PESTAL

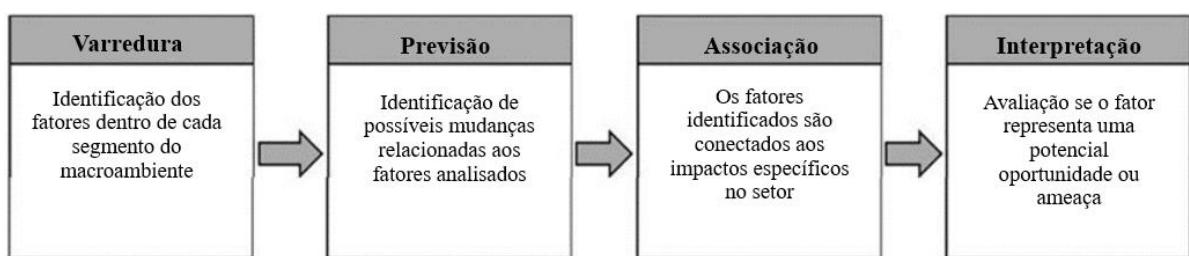
O *framework* PESTAL é mencionado como uma ferramenta valiosa para a análise macroambiental no contexto de setores específicos, sendo amplamente utilizado para identificar fatores que podem impactar as estratégias organizacionais (Sousa; Castañeda-Ayarza, 2022). Sua estrutura organiza a análise em seis dimensões principais: política, econômica, social, tecnológica, ambiental e legal.

A dimensão política examina a influência de políticas públicas e regulamentações sobre o ambiente de negócios, como afirmam Hitt, Ireland e Hoskisson (2018). A dimensão econômica, por sua vez, avalia variáveis como inflação, crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e renda disponível, que, segundo Song, Wang e Zhang (2020), impactam diretamente os custos e o comportamento de consumo. Aspectos sociais, como preferências culturais e mudanças demográficas, influenciam mercados e padrões de consumo, sendo apontados por Barney e Hesterly (2017) como fatores transformadores na demanda por produtos e serviços.

Os fatores tecnológicos destacam a importância das inovações e da disruptão tecnológica como motores de crescimento e mudança. Hitt, Ireland e Hoskisson (2018) ressaltam que acompanhar o ritmo das transformações tecnológicas é essencial para manter a competitividade. Na dimensão ambiental, práticas sustentáveis e mudanças climáticas são cada vez mais relevantes, como destacado por Barney e Hesterly (2017). Por fim, a dimensão legal considera as implicações de leis e regulamentações, sendo essencial para minimizar riscos e aproveitar oportunidades, conforme discutido por Song, Wang e Zhang (2020).

Mediante essas dimensões, a aplicação do PESTAL segue uma estrutura de quatro etapas, conforme descrito por Sousa e Castañeda-Ayarza (2022): varredura, previsão, associação e interpretação. Na Figura 2, são apresentadas as etapas detalhadas. A varredura identifica os fatores macroambientais relevantes a serem monitorados em cada uma das dimensões mencionadas, coletando dados de fontes diversas, como documentos governamentais e relatórios acadêmicos. A previsão projeta cenários futuros com base nas tendências identificadas durante a varredura, considerando a evolução de cada fator. Na associação, os fatores identificados são conectados aos impactos específicos no setor, facilitando a compreensão da interdependência entre os segmentos do macroambiente. Por fim, na fase de interpretação, as informações são avaliadas quanto às suas implicações estratégicas, determinando se constituem oportunidades ou ameaças, e como devem influenciar as decisões estratégicas.

Figura 2 – Framework PESTAL



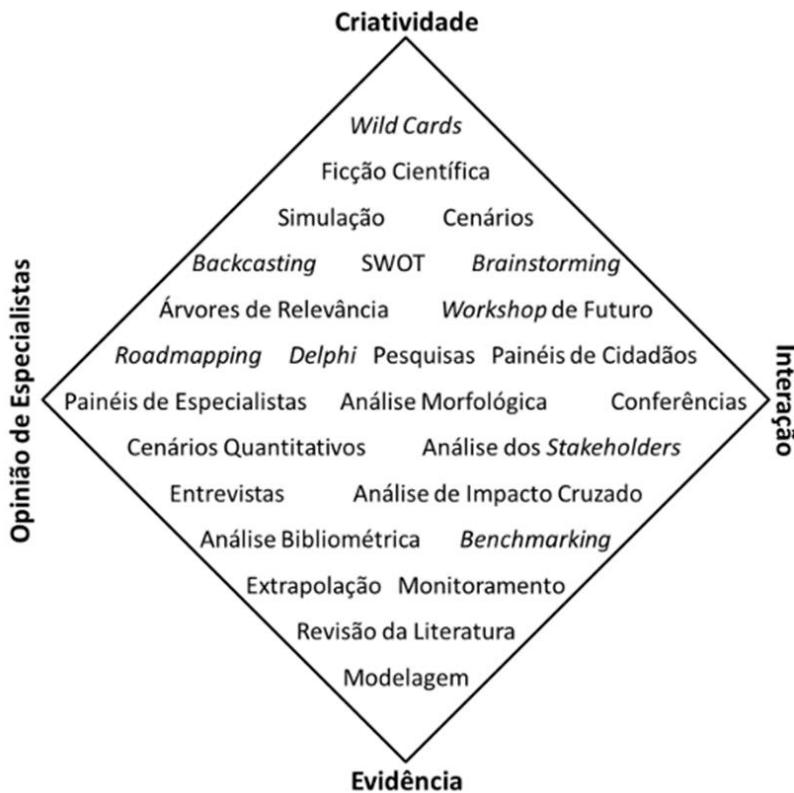
Fonte: Adaptado de Sousa e Castañeda-Ayarza (2022).

2.5 Diamante de Popper

De acordo com Barbosa (2018), o Diamante de Popper, também conhecido como Foresight Diamond, é um modelo que organiza diferentes métodos de apoio para realização de

um *Strategic Foresight* em torno de quatro dimensões principais: expertise, criatividade, interação e evidência, conforme indicado na Figura 3.

Figura 3 - Diamante de Popper



Fonte: Adaptado de Popper (2008).

Cada vértice do diamante representa um desses aspectos. Métodos de expertise dependem do conhecimento especializado de pessoas experientes na área analisada. Métodos de criatividade estimulam a geração de ideias originais e inovadoras. Métodos de interação promovem a comunicação entre diferentes partes interessadas, frequentemente incentivando decisões colaborativas e participativas. Por fim, métodos baseados em evidências concentram-se na análise de dados concretos para fornecer insights sobre o estado atual e as tendências futuras (Georghiou, 2008; Popper, 2008).

A seguir, são descritos resumidamente os métodos descritos no *Foresight Diamond*, com base em Popper (2008). O *backcasting*, é um método que trabalha retrospectivamente a partir de um futuro desejado, identificando os eventos e ações necessários para alcançá-lo, sendo amplamente utilizado em workshops aspiracionais. O *brainstorming* promove a geração de ideias criativas e inovadoras em discussões abertas, permitindo novas soluções para

problemas complexos. Os painéis de cidadãos envolvem a participação de membros de comunidades para discutir questões locais e propor soluções, promovendo uma interação democrática. De forma similar, as conferências e *workshops* reúnem especialistas e partes interessadas para debater e validar ideias estratégicas, criando espaços de aprendizado e consenso.

Os ensaios e escrita de cenários são utilizados para construir descrições narrativas de futuros plausíveis, enriquecidas por métodos como Delphi e Análise SWOT. Esses cenários são elaborados com contribuições de painéis de especialistas, que reúnem profissionais para analisar problemas específicos e propor estratégias. A previsão genial foca nos *insights* de indivíduos altamente qualificados, utilizando sua experiência para explorar futuros possíveis. As entrevistas, por sua vez, permitem a coleta de conhecimento tácito e perspectivas individuais sobre questões emergentes.

Entre os métodos que enfatizam evidências, a revisão da literatura é essencial para mapear estudos existentes e identificar tendências e lacunas futuras. A análise morfológica desagrega problemas complexos em componentes menores, permitindo a formulação de soluções criativas e inovadoras. Árvores de Relevância e Diagramas Lógicos conectam elementos inter-relacionados de forma hierárquica, ajudando na priorização de ações. Métodos interativos, como o *role play*, simulam cenários em que os participantes assumem papéis específicos para explorar reações a diferentes condições futuras.

O *scanning* ambiental concentra-se na observação sistemática de fatores externos que influenciam o futuro, como mudanças sociais, tecnológicas e econômicas. *Workshops* de cenários ajudam na construção de futuros alternativos detalhados, baseados em tendências e incertezas. A ficção científica, enquanto isso, explora narrativas imaginativas, oferecendo perspectivas criativas sobre futuros possíveis. Métodos como a simulação e *gaming* utilizam jogos ou simulações computacionais para modelar cenários e testar estratégias, enquanto pesquisas e *surveys* coletam dados de grandes amostras para avaliar opiniões e mudanças emergentes. A Análise SWOT complementa essas abordagens ao identificar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em contextos organizacionais ou geopolíticos.

Outros métodos incluem o *benchmarking*, que compara práticas e desempenhos em diferentes organizações ou setores; a bibliometria, que analisa publicações científicas para mapear tendências e impactos; e os indicadores ou análise de séries temporais (TSA), que monitoram mudanças ao longo do tempo por meio de dados estatísticos. A modelagem utiliza modelos computacionais para simular sistemas complexos, enquanto a análise de patentes

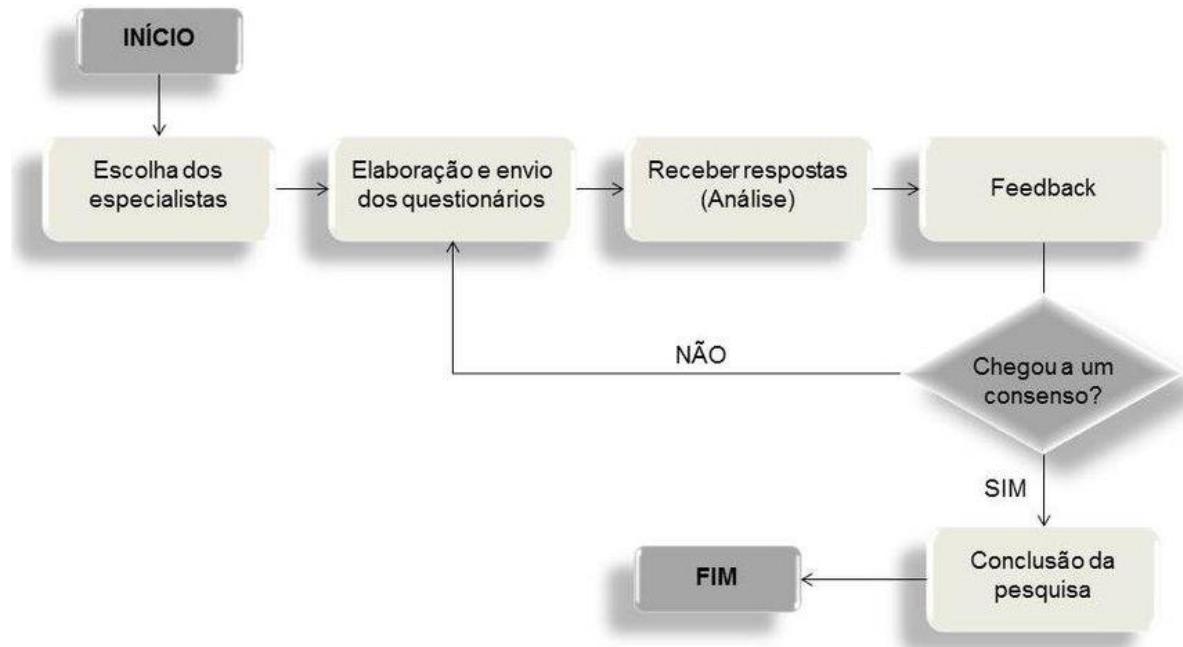
investiga registros tecnológicos para identificar inovações e tendências. Por fim, a extração de tendências e análise de impacto projeta padrões históricos para prever possíveis futuros.

Finalmente, destaca-se o uso de *wildcards*, que identifica eventos de baixa probabilidade, mas com alto impacto potencial, fornecendo *insights* sobre rupturas e mudanças disruptivas no futuro. Todas essas abordagens, descritas de forma detalhada por Popper (2008), destacam a flexibilidade do Diamante de Popper ao combinar métodos que exploram diferentes dimensões e perspectivas para moldar futuros alternativos.

2.6 Método Delphi

O método Delphi é amplamente utilizado no *Strategic Foresight* por sua capacidade de estruturar opiniões de especialistas e realizar previsões em contextos sem dados históricos (Veiga; Coutinho; Takayanagi, 2013). Desenvolvido pela Rand Corporation na década de 1950, seu objetivo é obter consenso entre especialistas por meio de questionários intercalados com feedbacks estruturados (Linstone; Turoff, 2002). O processo se dá de forma iterativa: especialistas são selecionados com base em sua expertise; em seguida, questionários são elaborados e enviados a eles. Após o recebimento das respostas, os resultados são analisados, e um novo questionário é construído com base nos feedbacks recebidos, sendo novamente submetido aos especialistas. Este ciclo se repete até que um consenso significativo seja alcançado (Munaretto; Correa; Cunha, 2013). A estrutura sequencial do Método Delphi pode ser visualizada na Figura 4.

Figura 4 – Sequência do Método Delphi



Fonte: Adaptado de Sáfadi (2001).

Para garantir uma aplicação eficaz do Método Delphi, é fundamental atentar-se a três fatores essenciais: (i) a escolha de especialista com experiência no campo estudado; (ii) o anonimato dos participantes, a fim de assegurar imparcialidade nas respostas e (iii) a elaboração de questionários claros e objetivos, de modo a evitar ambiguidades que possam distorcer os resultados, além de fornecer feedbacks detalhados e contínuos aos especialistas ao longo do processo (Linstone; Turoff, 2002).

No contexto do *Strategic Foresight*, o Método Delphi é especialmente valioso, pois permite a identificação de tendências com maior precisão, possibilitando que organizações se preparem para possíveis evoluções em seus respectivos setores (Rowe; Wright, 1999). Além disso, o Método Delphi fornece suporte na tomada de decisões estratégicas a longo prazo, promovendo uma análise mais robusta e informada em contextos de alta incerteza (Veiga; Coutinho; Takayanagi, 2013).

2.7 Matriz Probabilidade X Impacto

A Matriz de Probabilidade x Impacto (MPI) é uma ferramenta amplamente utilizada para auxiliar organizações na antecipação e gestão de riscos e oportunidades. Essa matriz classifica eventos futuros com base em dois critérios principais: a probabilidade de ocorrência

e o impacto potencial desses eventos, caso se concretizem (Dumbrava; Iacob, 2013). A MPI é estruturada em quadrantes que combinam diferentes níveis de probabilidade e impacto, geralmente classificados em escalas de "muito baixo" (1) a "muito alto" (5). Eventos ou tendências com alta probabilidade e alto impacto demandam maior atenção e alocação de recursos, enquanto aqueles com baixa probabilidade e impacto tendem a ser despriorizados (Graves, 2000).

Graves (2000) propõe um sistema detalhado para a classificação da probabilidade de ocorrência de riscos, utilizando uma escala de 1 a 5, conforme apresentado na Figura 5. Essa escala é baseada em critérios qualitativos que tornam a avaliação mais precisa e confiável. De forma complementar, Graves também sugere que o impacto de uma tendência seja analisado com base na mesma escala de 1 a 5.

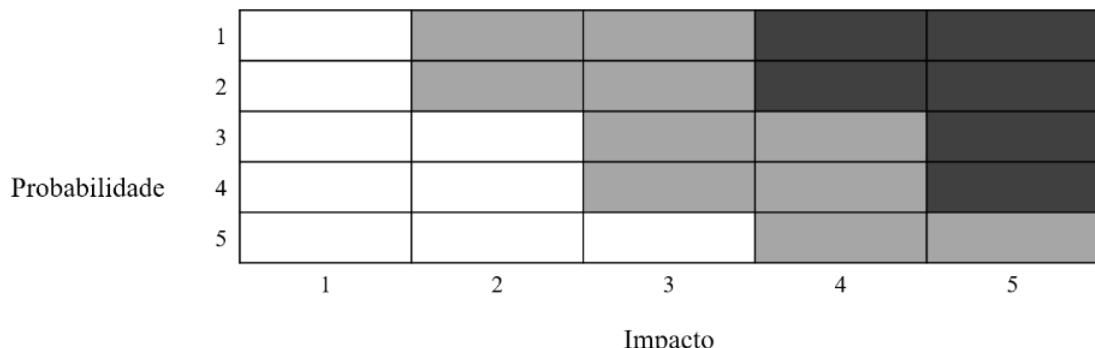
Figura 5 – Escala de probabilidade

Escala	Probabilidade de Ocorrência
1	Evento altamente improvável; seria surpreendente se ocorresse
2	É mais provável que o evento não ocorra do que ocorra.
3	A chance de o evento ocorrer ou não é praticamente igual.
4	É mais provável que o evento ocorra do que não ocorra.
5	O evento é altamente provável; seria surpreendente se não ocorresse.

Fonte: Adaptado de Graves (2000).

O resultado desse processo de avaliação é uma matriz visual que facilita a priorização das tendências mais relevantes. Na MPI, as tendências situadas nas áreas mais escuras da matriz indicam maior prioridade, como ilustrado na Figura 6.

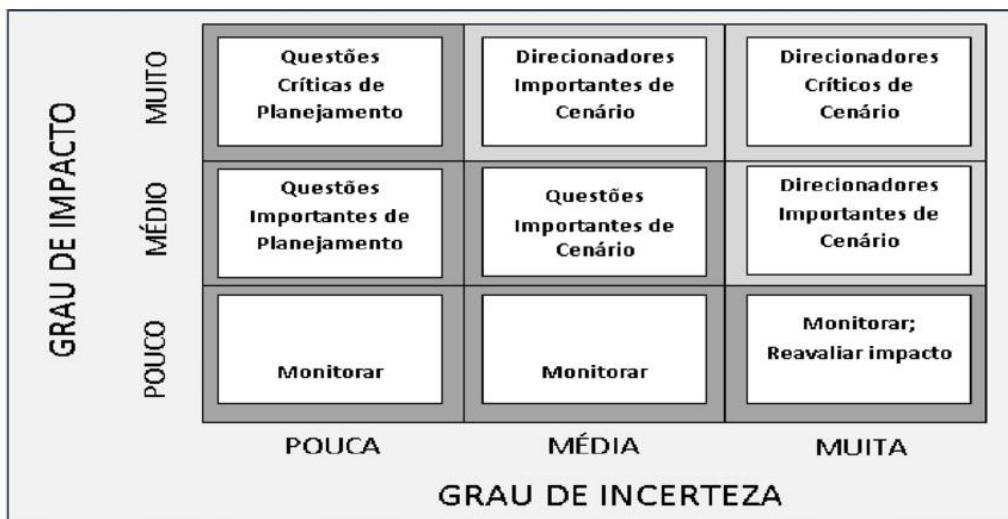
Figura 6 – Matriz probabilidade x impacto



Fonte: Adaptado de Graves (2000).

Uma variação importante da MPI é a Matriz Impacto x Incerteza, desenvolvida por Wilson (1998). Essa matriz analisa as tendências em dois eixos: o grau de impacto e o grau de incerteza. Segundo Wilson, os quadrantes resultantes ajudam a identificar se as tendências devem ser tratadas como questões críticas, direcionadores estratégicos, insumos para o planejamento ou simplesmente monitoradas e reavaliadas periodicamente. Schwartz e Ogilvy (1998) destacam a relevância dessa abordagem ao identificar tendências próximas da inevitabilidade e aquelas mais incertas, permitindo que as organizações priorizem fatores com os efeitos mais significativos.

Figura 7 – Matriz impacto x incerteza



Fonte: Adaptado de Wilson (1998)

Dessa forma, após a coleta de tendências no contexto do *Strategic Foresight*, o uso combinado da MPI e da Matriz Impacto x Incerteza possibilita a identificação e priorização das

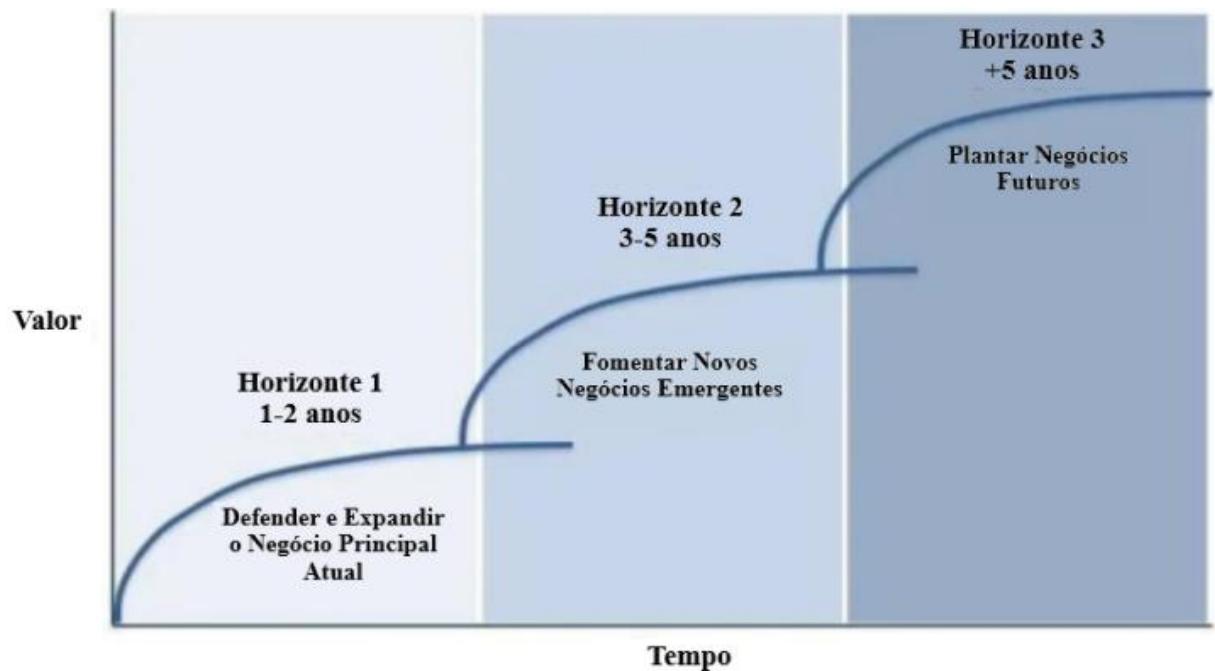
tendências mais críticas. Isso permite que as organizações concentrem seus esforços nas questões com maior potencial de gerar mudanças significativas, aumentando suas chances de sucesso em setores específicos (Kassem; Khoiry; Hamzah, 2019).

2.8 Horizontes de Inovação

O Modelo de Três Horizontes da McKinsey, descrito por Mittal (2024), é uma ferramenta estratégica usada para auxiliar organizações a distribuírem seu foco e recursos em três horizontes temporais distintos, visando garantir o crescimento contínuo e a inovação. Segundo este autor, esse modelo foi inicialmente concebido por Baghai, Coley e White na década de 1990 e popularizado pela consultoria McKinsey & Company. Ele busca equilibrar as demandas operacionais atuais com as oportunidades emergentes e as apostas de longo prazo, possibilitando que as empresas inovem de forma sustentável.

Mittal (2024) descreve os três horizontes como segue, sendo que aparecem ilustrados na Figura 8. O primeiro horizonte (H1) concentra-se nas atividades principais do negócio, aquelas que geram a maior parte da receita e do lucro atualmente, sendo assim o foco está na otimização e na manutenção dessas operações, com ênfase em melhorias incrementais e na defesa da participação de mercado. O segundo horizonte (H2) descrito, abrange as oportunidades emergentes, como novos mercados ou modelos de negócios que, embora ainda estejam em desenvolvimento, têm o potencial de se tornarem significativos para a empresa no futuro, envolvendo investimentos em novas capacidades e inovação de médio prazo. O terceiro horizonte (H3), por sua vez, foca nas apostas de longo prazo e transformações radicais, como o desenvolvimento de tecnologias emergentes que podem redefinir a indústria, tendo maiores riscos, mas com potencial de retorno substancial.

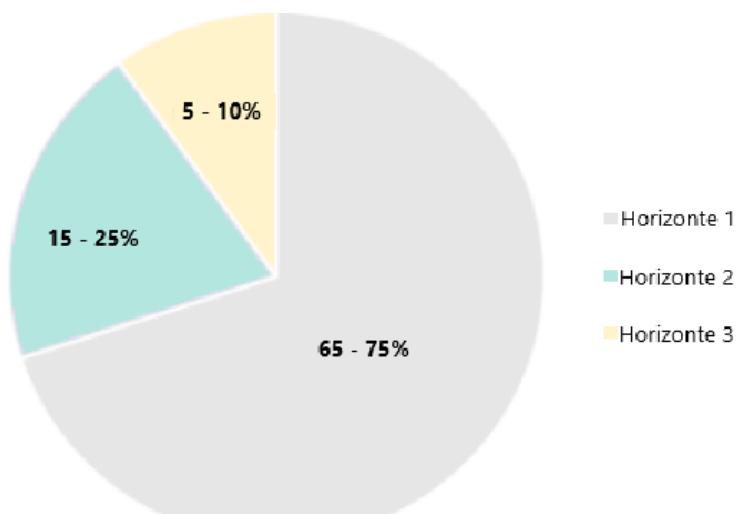
Figura 8 – Modelo de Horizontes de Inovação



Fonte: Adaptado de Mittal (2024).

Mittal (2024) defende que a aplicação do Modelo de Três Horizontes oferece às empresas uma estrutura para equilibrar a inovação com a gestão de riscos e a flexibilidade organizacional. Além disso, ao alocar recursos estratégicamente entre os três horizontes, as empresas podem garantir que estejam simultaneamente protegendo suas operações atuais e investindo em seu futuro. Este autor propõem um *framework* de distribuição de investimentos como descrito na Figura 9, sugerindo que 65% a 75% dos recursos sejam destinados ao Horizonte 1 (atividades principais), 20% a 25% ao Horizonte 2 (oportunidades emergentes), e 5% a 15% ao Horizonte 3 (inovações de longo prazo e transformações radicais).

Figura 9 – Framework de distribuição de investimentos

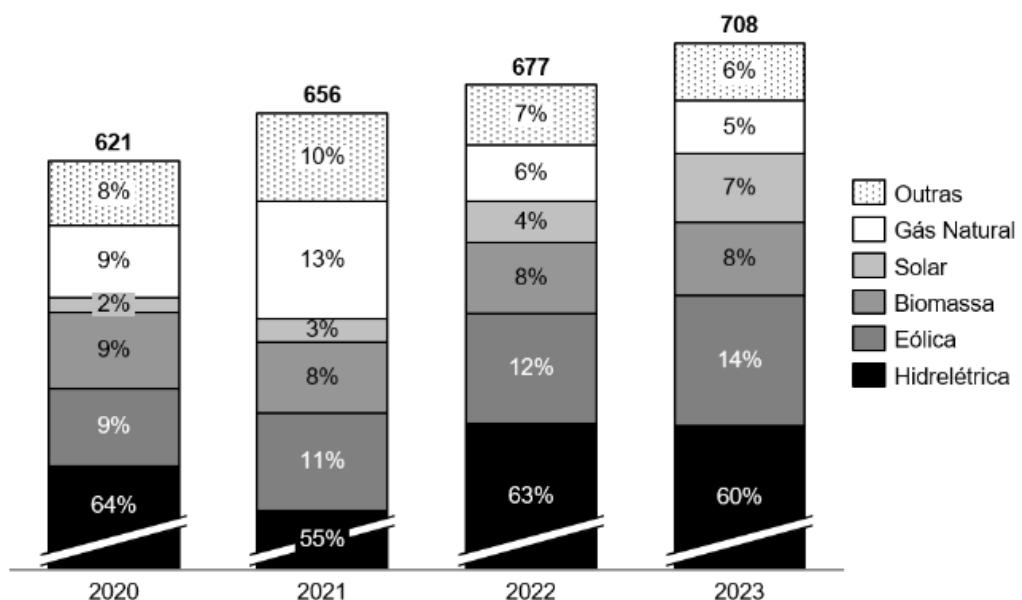


Fonte: Adaptado de Mittal (2024)

2.9 Setor Elétrico Brasileiro

A introdução da energia elétrica no Brasil ocorreu no final do século XIX, marcando o início de um setor que, desde então, passou por diferentes ciclos de crescimento, com fases de crise e de grande expansão. A abundância de recursos hídricos consolidou o país como um dos mais dependentes da energia hidrelétrica, tornando essa fonte a principal da matriz elétrica brasileira (Silva, 2011). Atualmente, o setor elétrico brasileiro é composto por três segmentos principais: geração, transmissão e distribuição. A geração, majoritariamente hidrelétrica, ainda representa 60% da produção nacional, embora haja um aumento significativo na participação de outras fontes, como a energia térmica, eólica e solar (EPE, 2024). A energia solar, em particular, cresceu rapidamente, saltando de 2% da matriz elétrica em 2020 para 7% em 2023 (EPE, 2023). Na Figura 10 são apresentados os dados de evolução da matriz elétrica brasileira entre os anos de 2020 e 2023, evidenciando as mudanças nas contribuições de diferentes fontes de energia.

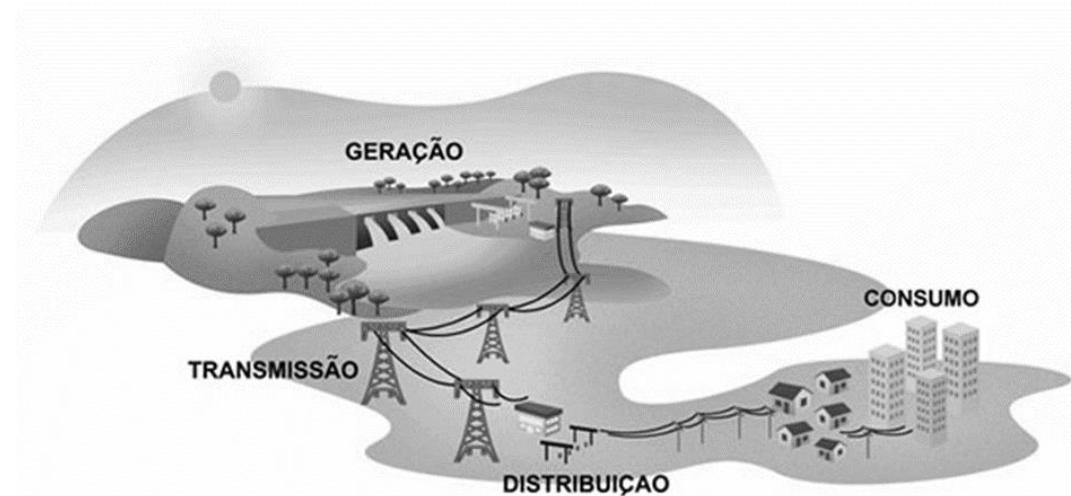
Figura 10 – Evolução da matriz elétrica brasileira (TWh, 2020-2023)



Fonte: EPE (2023).

Após a geração, a energia é transmitida pelo Sistema Interligado Nacional, conectando as diversas regiões do país. Em seguida, ocorre a distribuição, que leva a energia diretamente ao consumidor final, como descrito pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013). A Figura 11 ilustra esse percurso.

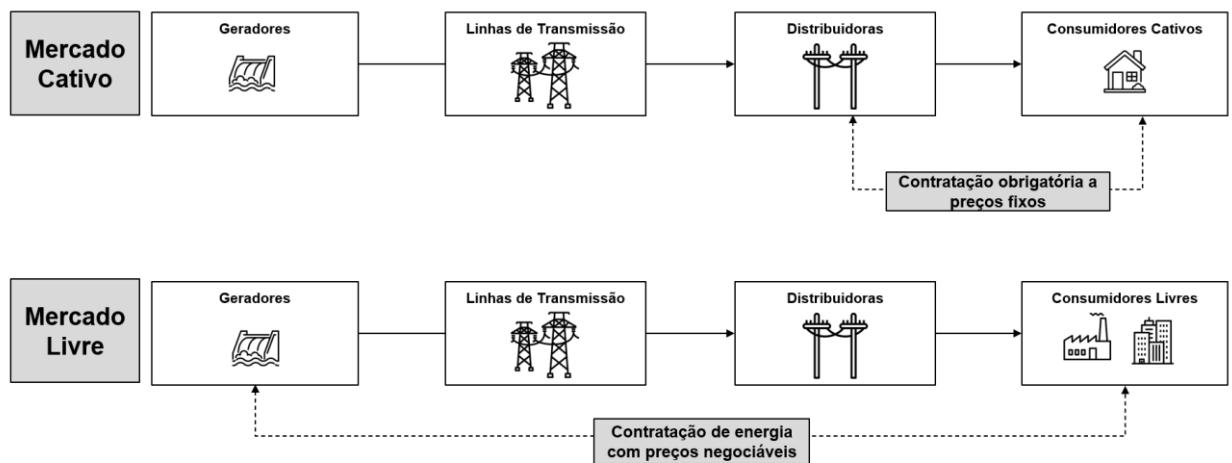
Figura 11 – A trajetória da energia elétrica



Fonte: ANEEL (2013).

Além disso, a energia elétrica pode ser comercializada no mercado livre de energia ou do mercado cativo. O mercado cativo atende a consumidores que compram e vendem energia das distribuidoras a preços fixados pela ANEEL, sendo representado principalmente por consumidores residenciais. Por outro lado, o mercado livre é representado por consumidores industriais e comerciais que podem escolher seus fornecedores e negociar preços diretamente, garantindo mais flexibilidade e controle sobre custos de acordo com a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (Abraceel) em 2023. A Figura 12 ilustra os diferentes tipos de mercado.

Figura 12 - Mercado Livre x Mercado Cativo



Fonte: Autoria própria.

O setor elétrico brasileiro, como evidenciado pela matriz elétrica, depende fortemente de fatores ambientais. Além disso, devido à complexidade regulatória e institucional no Brasil, o setor está sujeito a uma série de fatores políticos e legais que podem influenciar seu funcionamento. Essas incertezas, difíceis de prever, podem impactar não apenas as empresas, mas também a sociedade como um todo (Alizadeh; Lund; Beynagi, 2016). Nesse contexto, é essencial que a indústria esteja atenta às mudanças e desenvolva estratégias e operações sustentáveis. Ignorar essas incertezas pode levar ao fracasso de negócios ou à perda de oportunidades que surgem em períodos de grandes mudanças e transições (Godet, 2010). Portanto, torna-se evidente a aplicabilidade do *Strategic Foresight* na análise do setor elétrico.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta o método de pesquisa adotado neste estudo.

3.1 Tipo de Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, fundamentada em um estudo de caso. De acordo com Gil (2008), as pesquisas exploratórias têm como principal objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e auxiliando no aprimoramento de ideias e frequentemente envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no tema e análise de exemplos práticos, configurando um planejamento flexível que abrange múltiplos aspectos do fenômeno investigado.

O delineamento do estudo de caso permite uma análise detalhada de um fenômeno contemporâneo em seu contexto real (Yin, 2001). No presente trabalho, essa abordagem justifica-se pela necessidade de compreender a aplicação de metodologias estratégicas em um setor tão dinâmico e desafiador como o elétrico.

3.2 Pesquisa Documental

A pesquisa documental constituiu a base para o levantamento de teorias e *frameworks* sobre *Strategic Foresight*. Realizada na plataforma Scopus, reconhecida por sua confiabilidade e abrangência, a busca utilizou combinações de palavras-chave como "*Strategic Foresight AND Theory*" e "*Strategic Foresight AND Framework*", resultando em aproximadamente 200 artigos inicialmente.

Os critérios para a seleção de artigos incluíram a utilização do número de citações como métrica inicial para priorizar artigos de maior impacto acadêmico. Além da análise qualitativa dos resumos que garantiu o alinhamento com os objetivos da pesquisa, priorizando publicações que abordassem teorias robustas e aplicações práticas.

Considerando a natureza complexa e abrangente do *Strategic Foresight*, optamos por adotar como referência teórica o *framework* de Hines e Bishop (2013), apresentado nos capítulos anteriores. Os autores destacam a flexibilidade do modelo, incentivando a incorporação de metodologias complementares, o que foi crucial para as adaptações realizadas.

Foi desenvolvido um *framework* original, adaptado do *framework* de Hines e Bishop (2013), incorporando ferramentas metodológicas complementares da literatura em cada etapa. Para definir as ferramentas e métodos adequados a cada etapa, utilizamos o “Diamante de Popper”, proposto por Popper (2008), que auxiliou na escolha dos instrumentos metodológicos mais relevantes.

Na primeira etapa da pesquisa, utilizou-se a metodologia PESTAL de Sousa e Castañeda-Ayarza (2022) para compreender o ambiente externo do setor elétrico. Essa análise foi essencial para estruturar o questionário de entrevistas, que buscou explorar percepções e experiências práticas dos especialistas entrevistados. Os dados coletados, tanto em entrevistas quanto em relatórios analisados, foram fundamentais para priorizar tendências e construir a Matriz de Probabilidade x Impacto, adaptando o Método Delphi, conforme Sáfadi (2001) para este fim, onde os especialistas classificaram, via questionário, o horizonte temporal, a probabilidade e o impacto das tendências identificadas. Por fim, no desenvolvimento do plano estratégico, aplicaram-se os horizontes de inovação, descrito por Mittal (2024) para incorporar as tendências priorizadas e gerar *insights* estratégicos. Esse novo *framework*, proposto como contribuição desta pesquisa, é explicado no Capítulo 4 e aplicado no Capítulo 5 para o desenvolvimento do *Strategic Foresight* do setor elétrico brasileiro.

3.3 Coleta de Dados

Foi desenvolvido um *framework* para a coleta de dados e aplicação do *Strategic Foresight*, com base no *framework* proposto por Hines e Bishop (2013). O modelo proposto incorporou ferramentas analíticas reconhecidas, como a metodologia PESTAL, pesquisas documentais, uma adaptação do método Delphi, a matriz de Probabilidade x Impacto e os conceitos de Horizontes de Inovação. O desenvolvimento desse *framework* será abordado em mais detalhes no capítulo 4.

Além das técnicas mencionadas, as entrevistas desempenharam um papel crucial na abordagem exploratória adotada, fornecendo insights práticos e contextuais valiosos (Gil, 2008). Os especialistas entrevistados foram selecionados com base em sua experiência e atuação relevante no setor elétrico, abrangendo diferentes segmentos e perspectivas. Foram entrevistados sete especialistas com ampla experiência no setor elétrico. Os profissionais ocupam posições estratégicas em organizações acadêmicas, governamentais e do setor produtivo. O questionário utilizado para conduzir as entrevistas encontra-se no Apêndice 1.

Abaixo, estão os cargos, organizações e uma breve descrição das experiências de cada entrevistado:

- **Entrevistado 1:** Engenheiro de Controle e Automação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Participou de projetos de otimização de recursos energéticos distribuídos e estimativa de riscos em redes elétricas.
- **Entrevistado 2:** Engenheiro elétrico pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), com parte do Doutorado realizado na Universidade de Castilla-La Mancha, Espanha. Atua como professor e consultor no setor elétrico, além de possuir experiência de planejamento e operação de sistemas de transmissão e distribuição de energia, com ênfase em fontes renováveis e armazenamento de energia.
- **Entrevistado 3:** Engenheiro elétrico atuando hoje no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) como pesquisador em sistemas de operação e manutenção de parques eólicos, com foco em tecnologias para cenários offshore.
- **Entrevistado 4:** Engenheiro elétrico atuando no desenvolvimento de programas para planejamento de operação e expansão de transmissão e geração no Cepel.
- **Entrevistado 5:** Engenheiro elétrico atuando como gerente do Departamento de Planejamento Energético no Cepel, com experiência na análise de viabilidade econômica e riscos no setor, com foco na eficiência de recursos energéticos.
- **Entrevistado 6:** Consultor no setor elétrico, com experiência em projetos independentes e na contratação de energia para grandes empresas e financiamento de startups focadas em energias renováveis.
- **Entrevistado 7:** Pesquisador no Cepel atuando na modernização de sistemas em parques eólicos, com foco no aumento da vida útil dos equipamentos e melhoria na produção elétrica.

Os dados provenientes das entrevistas foram enriquecidos com informações obtidas de relatórios especializados, elaborados por consultorias renomadas e instituições oficiais. Esses documentos complementaram a análise, fornecendo uma base sólida para a identificação de tendências e a construção de cenários futuros.

4 DESENVOLVIMENTO DO FRAMEWORK

Este capítulo apresenta o *framework Foresight* Setorial desenvolvido para a aplicação do *Strategic Foresight*, fundamentado no modelo de Hines e Bishop (2013) e complementado por diversas ferramentas analíticas, como a metodologia PESTAL (Sousa & Castañeda-Ayarza, 2022), pesquisas documentais (Popper, 2008), o método Delphi (Sáfadi, 2001), a matriz de probabilidade e impacto (Graves, 2000) e os horizontes de inovação (Mittal, 2024). Essas ferramentas foram integradas ao *framework*, resultando em uma abordagem adaptada para a aplicação do *Strategic Foresight* no contexto de análise setorial.

O modelo original de Hines e Bishop (2013) estrutura o *Strategic Foresight* em quatro etapas principais: (i) definição do domínio, (ii) análise das condições atuais, (iii) identificação das forças de mudança e (iv) formulação de uma resposta. No entanto, os autores enfatizam a flexibilidade do modelo, encorajando a integração de metodologias complementares. Com base nessa característica, as quatro etapas foram ajustadas e reorganizadas para atender às especificidades deste estudo. Assim, as fases foram renomeadas como: (i) definição de contexto, (ii) coleta de informações, (iii) priorização de tendências e (iv) desenvolvimento do plano estratégico.

A justificativa detalhada para a seleção e aplicação de cada ferramenta e *framework* que fundamentam esta proposta é apresentada nos subcapítulos seguintes.

4.1 Definição de Contexto e Escopo

Na Fase 1, denominada "definição de contexto e escopo", são estabelecidos os limites geográficos, de mercado e o horizonte temporal do estudo. Essa etapa inclui uma análise preliminar do ambiente externo utilizando a metodologia PESTAL (Sousa & Castañeda-Ayarza, 2022), derivada do modelo Diamante de Popper (Popper, 2008). O objetivo é identificar as áreas prioritárias para investigação e compreender as dinâmicas externas que influenciam o setor. A partir dessa análise, são formuladas as perguntas que orientam os questionários e as subsequentes etapas de coleta de dados.

4.2 Coleta de Informações

A Fase 2 abrange a coleta de informações, envolvendo tanto fontes secundárias quanto dados primários obtidos em entrevistas com especialistas. Essa abordagem, também baseada no Diamante de Popper (Popper, 2008), combina pesquisa documental com entrevistas estruturadas para capturar uma visão abrangente do setor.

A pesquisa documental inclui a análise criteriosa de relatórios de mercado, literatura acadêmica, documentos governamentais e estudos publicados por instituições reconhecidas, como associações setoriais, consultorias renomadas, universidades e centros de pesquisa especializados. Apenas os documentos mais relevantes para o setor são selecionados para análise aprofundada.

As entrevistas com especialistas, realizadas de forma presencial ou *online*, têm como objetivo obter *insights* qualitativos e estratégicos sobre o setor. Os participantes podem incluir acadêmicos, membros de associações setoriais, consultores, gerentes de planejamento e outros profissionais com expertise no setor elétrico. Durante todo o processo, são assegurados a confidencialidade e o anonimato dos entrevistados, garantindo a integridade e a ética da pesquisa.

4.3 Priorização de Tendências

A partir das tendências identificadas, inicia-se a Fase 3, onde é aplicada uma adaptação do Método Delphi (Sáfadi, 2001), baseado no Diamante de Popper. Nesse processo, uma lista de tendências é submetida aos especialistas para que classifiquem cada uma delas segundo três critérios: o horizonte de tempo esperado para a concretização, a probabilidade de ocorrência e o impacto no setor. As instruções para a classificação são detalhadas conforme descrito abaixo:

4.3.1 Horizonte de tempo

Este critério considera o prazo esperado para que a tendência gere impactos significativos no setor elétrico brasileiro:

1. Curto prazo (0-2 anos)
2. Médio prazo (5-10 anos)
3. Longo prazo (+15 anos)

4.3.2 Probabilidade

A probabilidade de concretização da tendência no contexto brasileiro, dentro do horizonte temporal definido, foi avaliada nas seguintes categorias:

1. Muito improvável: Poucas chances de ocorrer; barreiras significativas ou grande inviabilidade.
2. Improvável: Ocorrência possível, mas com grandes incertezas ou obstáculos.
3. Moderada: Probabilidade equilibrada entre viável e incerta; fatores de viabilidade em evolução.
4. Provável: Altamente viável, com muitos indícios de concretização no futuro próximo.
5. Muito provável: Virtualmente certo; tendência já em andamento ou inevitável

4.3.3 Impacto

O impacto potencial de cada tendência no setor elétrico brasileiro foi avaliado em uma escala progressiva:

1. Muito baixo: Mudança quase imperceptível; impacto irrelevante ou insignificante no setor.
2. Baixo: Impacto limitado, com efeitos marginais no setor.
3. Moderado: Mudança relevante, mas não disruptiva; impacto percebido, mas contornável.
4. Alto: Mudança significativa que pode alterar práticas ou investimentos importantes no setor.
5. Muito alto: Transformação profunda e disruptiva; tendência que define ou redesenha o setor

Os dados resultantes são organizados em uma Matriz Probabilidade x Impacto (Graves, 2008), permitindo priorizar as tendências mais críticas para análise estratégica e classificá-las com base nas segmentações propostas por Wilson (1998) em sua Matriz de Impacto X Incerteza.

4.4 Classificação de Horizontes de Inovação

Nesta fase 4, utiliza-se o Modelo de Três Horizontes, descrito por Mittal (2024) e fundamentado no *framework* da McKinsey & Company, como base para categorizar as tendências identificadas nas etapas anteriores. A aplicação deste modelo visa estruturar as tendências em três horizontes temporais, descritos a seguir, considerando seu impacto esperado, a probabilidade de ocorrência e o nível de inovação necessário para sua concretização:

1. Curto prazo (H1), focado em ações incrementais e de baixo risco para sustentar as operações existentes.;
2. Médio prazo (H2), direcionado a oportunidades emergentes com potencial de transformação, mas ainda em desenvolvimento.;
3. A longo prazo (H3), incluindo inovações radicais, com alto impacto esperado e maiores incertezas.

A classificação inicial é revisada com base nos resultados da matriz de probabilidade e impacto, descrita no capítulo anterior. Tendências identificadas como questões críticas de planejamento são priorizadas nos horizontes H1 e H2, diferenciando-se pelo horizonte temporal esperado para sua realização, enquanto os direcionadores importantes de cenário são alocados predominantemente no H3, refletindo seu potencial transformador e seu alto grau de incerteza a longo prazo.

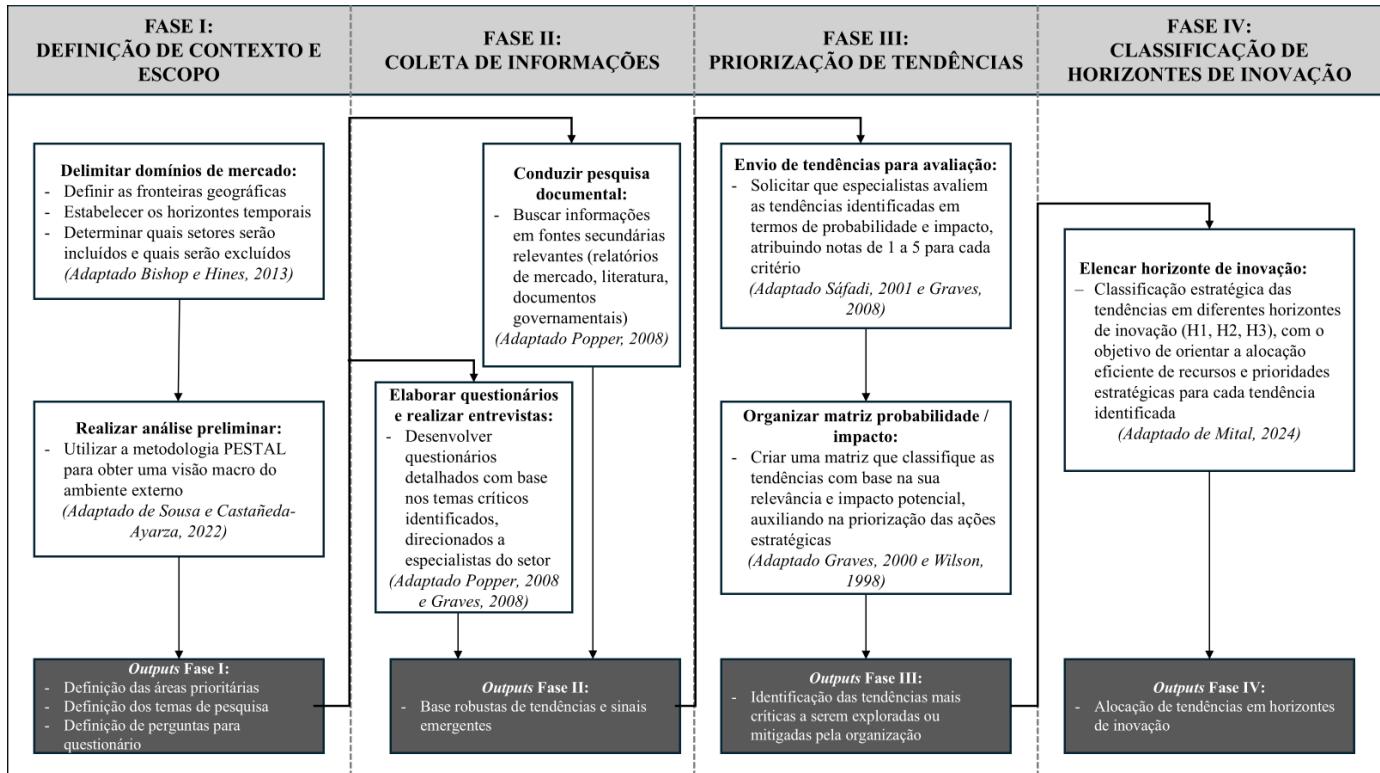
Essa metodologia permite uma organização estruturada e hierárquica das tendências, garantindo uma base sólida para análises posteriores. Estudos adicionais podem explorar em maior profundidade os desdobramentos estratégicos para cada horizonte.

4.5 Proposta de *Framework*

Com base em todas as análises, *frameworks*, ferramentas e metodologias discutidas anteriormente, foi desenvolvido um *framework* chamado de *Foresight Setorial*, que se fundamenta no modelo de Hines e Bishop (2013), incorporando as demais metodologias

mencionadas. O resultado é o *framework* proposto, apresentado na Figura 13. Este modelo integra abordagens complementares para oferecer uma estrutura robusta e adaptada ao contexto de análise setorial.

Figura 13 – Proposta do *framework Foresight Setorial*



Fonte: Autoria própria.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADO

Neste capítulo o *framework* de *Strategic Foresight* desenvolvido no capítulo 4, chamado de *Foresight Setorial*, é aplicado integralmente, etapa por etapa, no estudo de caso do setor elétrico brasileiro, gerando os prováveis cenários futuros e uma visão das tendências para permitir a priorização de iniciativas estratégicas.

O framework *Foresight Setorial* de *Strategic Foresight* é dividido nas etapas definição de contexto e escopo, coleta de informações, priorização de tendências e classificação de horizontes de inovação, que são percorridas na sequência.

5.1 Etapa 1 - Contexto do Setor Elétrico Brasileiro

Para a definição do escopo, foi estabelecido que o foco setorial seria o setor elétrico, com uma delimitação específica ao contexto do setor elétrico brasileiro. Geograficamente, o escopo foi definido com exclusividade para o território nacional, visando uma análise das características e desafios locais. No que diz respeito ao horizonte temporal, foram definidos três intervalos distintos: curto prazo, abrangendo um período de até 5 anos; médio prazo, considerando um intervalo de 5 a 15 anos; e longo prazo, englobando períodos superiores a 15 anos. Essa segmentação temporal foi estruturada para permitir uma análise abrangente das dinâmicas e tendências que impactam o setor elétrico no Brasil em diferentes horizontes de planejamento.

Com base na análise PESTAL deste trabalho, foi possível delinear o contexto atual que influencia o setor elétrico brasileiro. Essa análise permitiu a identificação de uma visão preliminar sobre as tendências que moldam o setor. A seguir, apresentam-se as principais características e os fatores mais relevantes destacados em cada dimensão da análise:

5.1.1 Político

- **Políticas de incentivo a energias renováveis:** O Brasil tem um histórico de incentivar a geração de energia a partir de fontes renováveis, como hidrelétricas, eólicas e solares. O marco legal da geração distribuída (Lei nº 14.300/2022) trouxe uma regulamentação mais clara para a micro e minigeração distribuída, incentivando pequenos geradores a

injetar energia na rede elétrica, aumentando a participação das energias renováveis. (ANEEL, 2023).

- **Dependência de políticas externas:** O Brasil participa de tratados climáticos, como o Acordo de Paris, que influencia políticas nacionais voltadas para a redução de emissões de gases de efeito estufa. Isso pressiona o setor elétrico a investir em fontes mais limpas e a mitigar o impacto ambiental de sua operação (UNFCCC, 2018).

5.1.2 Econômico

- **Crescimento econômico e demanda por energia:** A demanda por eletricidade no Brasil está diretamente relacionada ao crescimento econômico. Em 2023, a demanda por eletricidade apresentou um crescimento moderado, refletindo uma recuperação econômica após a pandemia de COVID-19. O Brasil, sendo um país em desenvolvimento, continua a ter um grande potencial de crescimento em consumo elétrico, especialmente com o aumento da industrialização e urbanização (Santos, 2021).
- **Inflação e custo da energia:** O setor elétrico enfrenta pressões devido à alta inflação. Em 2023, a inflação foi de aproximadamente 4,62% no Brasil, o que aumentou os custos operacionais das empresas (Bacen, 2023). O aumento nos custos pode ser transferido para os consumidores finais através de reajustes tarifários, impactando a competitividade e a acessibilidade da energia. Nesse mesmo ano, a tarifa de energia elétrica residencial acumulou aumento de 9,52% no Brasil (ANEEL, 2023).

5.1.3 Social

- **Acesso à energia:** O Brasil tem uma das maiores coberturas de eletrificação da América Latina, com aproximadamente 99,8% da população com acesso à energia elétrica. No entanto, a questão da "pobreza energética" ainda é uma realidade em regiões rurais e remotas, onde o custo de acesso à energia é elevado e a qualidade do fornecimento é limitada (IBGE, 2022).

- **Mudanças no comportamento do consumidor:** Nos últimos anos, observou-se um aumento no interesse por autossuficiência energética e sustentabilidade. Com a introdução de tecnologias como os sistemas solares fotovoltaicos e a geração distribuída, muitos consumidores têm optado por produzir sua própria energia. A geração distribuída de energia solar - forma independente de produzir energia - no Brasil teve um crescimento de 40% em 2023 (ANEEL, 2023).
- **Abertura do mercado livre de energia:** O processo de abertura do mercado livre é uma das mudanças mais significativas no setor elétrico brasileiro. Até 2026, espera-se que a maioria dos consumidores, incluindo pequenos negócios e residências, tenha acesso ao mercado livre, podendo escolher seus fornecedores de energia. Isso aumentará a concorrência entre fornecedores e deverá levar a uma maior adoção de energias renováveis, dado que muitos consumidores podem optar por adquirir energia limpa (ABRACEEL, 2024).

5.1.4 Tecnológico

- **Digitalização:** A modernização da rede elétrica com *smart grids* (redes inteligentes de energia) e automação continua sendo uma prioridade. Essas tecnologias ajudam a reduzir as perdas de energia, aumentar a eficiência e proporcionar maior controle sobre a demanda (Fracari; Santos; Sanchez, 2015). Atualmente, o Brasil perdeu aproximadamente 14,1% da eletricidade gerada devido a falhas na transmissão, e essas tecnologias podem ajudar a mitigar essas perdas (ANEEL, 2023).
- **Armazenamento de energia:** O desenvolvimento de tecnologias de armazenamento, como baterias de alta capacidade, está se tornando crucial para lidar com a intermitência das energias renováveis e fornecer energia de forma constante. No Brasil, embora o uso dessas tecnologias ainda seja incipiente, há uma tendência de maior investimento em soluções de armazenamento (Bueno, 2016).
- **Construção de data centers no Nordeste:** Uma tendência crescente, relacionada ao Plano Nacional de Inteligência Artificial, é a construção de data centers, especialmente no Nordeste brasileiro. Com uma infraestrutura energética limpa e abundante, essa região tem sido atrativa para a instalação de data centers, com foco em atender à crescente demanda por tecnologias digitais e armazenamento de dados. A construção de

data centers também exigirá redes de energia mais robustas e resilientes, aumentando a pressão por inovação tecnológica no setor elétrico (Brasil, 2024).

5.1.5 Ambiental:

- **Mudanças climáticas:** A dependência brasileira de energia hidrelétrica torna o país vulnerável às variações climáticas, especialmente secas prolongadas. A crise hídrica de 2021, uma das piores em décadas, resultou no acionamento de usinas termelétricas, que são mais caras e poluentes. Essa dependência das hidrelétricas está pressionando o Brasil a diversificar suas fontes de energia. (Matamoros; Zumba; Manços, 2024).
- **Expansão das energias renováveis:** O Brasil é um dos países líderes mundiais na geração de energia renovável. Em 2023, mais de 85% da matriz elétrica brasileira era composta por fontes renováveis, sendo as hidrelétricas responsáveis por cerca de 60%. A energia eólica e solar tem crescido rapidamente, representando respectivamente 14% e 7% da matriz. (EPE, 2024).

5.1.6 Legal

- **Conformidade ambiental e licenciamento:** O setor elétrico no Brasil é altamente regulamentado em termos ambientais. Projetos de novas usinas, especialmente hidrelétricas, eólicas e solares, devem atender a rigorosas exigências de licenciamento ambiental. Essas regulações visam mitigar o impacto ambiental de grandes obras de infraestrutura, mas podem atrasar significativamente a execução de novos projetos devido à complexidade dos processos (Beltrame; Nascimento Neto, 2017).

5.2 Etapa 2 - Mapeamento de Tendências

A etapa de levantamento de tendências foi realizada em duas sub etapas principais: a coleta de dados primários por meio de entrevistas com especialistas e a análise de relatórios secundários de mercado. Foram entrevistados sete profissionais do setor elétrico, incluindo gerentes de planejamento energético, consultores estratégicos e pesquisadores acadêmicos. O anonimato foi garantido aos participantes, permitindo respostas mais detalhadas e

transparentes. Esses profissionais trouxeram insights sobre mudanças regulatórias, desafios técnicos e inovações tecnológicas no setor elétrico brasileiro.

Além disso, a análise documental incluiu relatórios de consultorias renomadas, como Accenture e McKinsey, e publicações de instituições oficiais do governo, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Esses materiais complementam as entrevistas, ampliando o escopo das tendências identificadas.

As principais tendências identificadas em cada área de análise são detalhadas a seguir, considerando sua relevância e impacto potencial no setor.

5.2.1 Tendências Políticas/Legais:

- **Implantação de políticas nucleares:** Entrevistados indicaram que a energia nuclear é uma opção viável para aumentar a estabilidade da matriz energética brasileira, especialmente no contexto de transição para fontes renováveis, que são intermitentes. A autonomia do Brasil em toda a cadeia nuclear foi destacada como um diferencial estratégico, facilitando a expansão dessa fonte com baixo impacto de carbono.
- **Regulação do preço de carbono:** Profissionais do setor indicaram que uma regulação clara sobre o preço de carbono pode ser um incentivo essencial para práticas mais sustentáveis, favorecendo o avanço das renováveis e melhorando a competitividade dessas fontes em relação às fósseis.
- **Regulamentação para geração distribuída:** A necessidade de regulamentar a geração distribuída, especialmente solar, foi destacada como urgente para criar um sistema mais equilibrado, com regras claras que definam os direitos e deveres dos pequenos geradores e reduzam as distorções tarifárias existentes.
- **Revisão dos subsídios cruzados e estrutura tarifária:** Entrevistados destacaram que os subsídios cruzados, nos quais consumidores do mercado cativo subsidiam a geração distribuída, geram distorções na estrutura tarifária atual. Essa revisão é considerada urgente para que os custos sejam distribuídos de forma mais justa e para refletir o consumo real de cada usuário.
- **Subsídios e incentivos para energias renováveis:** Os entrevistados destacaram que os subsídios foram essenciais para impulsionar a expansão das energias renováveis no Brasil, especialmente solar e eólica. Contudo, houve consenso sobre a necessidade de

um equilíbrio entre a continuidade desses incentivos e a sustentabilidade financeira do sistema, visando evitar pressões adicionais nas tarifas de energia e permitindo investimentos na modernização da infraestrutura.

5.2.2 Tendências Econômicas

- **Abertura do mercado livre de energia:** Entrevistados destacaram que a abertura do mercado livre permitirá que pequenos consumidores escolham seus fornecedores de energia, promovendo maior competitividade e flexibilidade no setor. Essa mudança é vista como um marco importante, mas que pressiona as distribuidoras a adaptarem seus modelos de negócios para operar em um mercado mais competitivo, com menor controle sobre a comercialização da energia.
- **Barateamento de tecnologias renováveis (baterias, CCUS etc.):** Entrevistados destacaram que a redução nos custos de tecnologias como baterias de armazenamento e captura de carbono (CCUS) representa uma oportunidade significativa para o setor. Esses avanços foram apontados como essenciais para viabilizar a adoção mais ampla dessas tecnologias, possibilitando maior aplicação no sistema elétrico, especialmente diante dos desafios apresentados pela intermitência das fontes renováveis.
- **Crescimento do investimento em infraestruturas energéticas:** Entrevistados destacaram a necessidade urgente de grandes investimentos em infraestrutura energética para suportar a expansão do sistema, especialmente diante da transição para fontes renováveis e da crescente demanda de energia. Esses investimentos foram apontados como essenciais para modernizar a rede elétrica e aumentar sua capacidade, garantindo a confiabilidade do sistema.

5.2.3 Tendências Sociais

- **Crescimento da demanda com eletrificação:** Entrevistados destacaram que o aumento do uso de veículos elétricos e a eletrificação residencial estão impulsionando significativamente a demanda por energia elétrica. Eles também mencionaram a necessidade de adequações na infraestrutura para atender a essa nova demanda.

- **Crescimento da microgeração e autossuficiência energética:** Profissionais destacaram que a microgeração, especialmente solar, promove a descentralização e oferece aos consumidores mais controle sobre seu consumo. Esse movimento é visto como uma tendência que aumenta a resiliência e reduz a dependência de fontes centralizadas.
- **Programas de educação e qualificação profissional em energias renováveis:** A necessidade de mão de obra qualificada para operar e manter tecnologias renováveis foi mencionada por vários entrevistados e colocada como essencial para acompanhar o crescimento dessas tecnologias no Brasil.
- **Resposta voluntária da demanda:** Entrevistados mencionaram que a resposta voluntária da demanda, já implementada nos EUA e considerada uma possibilidade no Brasil, permite que consumidores ajustem seu consumo de energia em resposta a incentivos. Essa prática foi apontada como uma forma de promover eficiência no uso da eletricidade e aliviar a pressão sobre o sistema em horários de pico.

5.2.4 Tendências Tecnológicas

- **Armazenamento de energia com baterias:** O armazenamento com baterias foi citado como uma solução crucial para lidar com a intermitência das energias renováveis, especialmente solar e eólica. Os entrevistados veem o avanço dessa tecnologia como essencial para garantir a estabilidade e flexibilidade da rede.
- **Desenvolvimento de eólicas offshore:** Embora ainda incipiente no Brasil, os entrevistados enxergam a eólica offshore como uma oportunidade para explorar o potencial de geração em áreas marítimas, diversificando a matriz energética e aumentando a capacidade de produção.
- **Desenvolvimento do hidrogênio verde como alternativa ao petróleo:** O hidrogênio verde foi discutido como uma alternativa limpa para indústrias e transporte, com o potencial de substituir o petróleo em várias aplicações. Embora ainda enfrente desafios de custo e de tecnologia, os entrevistados o veem como promissor para o longo prazo.
- **Digitalização e controle inteligente da rede:** A digitalização da rede elétrica foi destacada diversas vezes como necessária para gerenciar a crescente complexidade e descentralização da geração. A introdução de medidores inteligentes e sistemas de

controle foi colocada como uma prioridade para melhorar a eficiência e o monitoramento em tempo real.

- **Tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCUS):** A captura e armazenamento de carbono foi apontada como uma medida complementar importante para mitigar as emissões em setores onde a descarbonização completa é mais difícil. Os entrevistados acreditam que essa tecnologia ajuda a alcançar metas ambientais enquanto apoia a continuidade de algumas fontes fósseis.
- **Utilização de resíduos sólidos para geração de energia:** A geração de energia a partir de resíduos sólidos foi mencionada como uma tendência emergente que além de reduzir o desperdício, oferece uma fonte alternativa de energia. Essa tecnologia, no entanto, depende de avanços regulatórios e investimentos.

5.2.5 Tendências Ambientais

- **Descarbonização e evolução energética:** A descarbonização da matriz foi identificada como um dos principais objetivos do setor, em resposta a pressões ambientais e sociais.
- **Impacto das mudanças climáticas na resiliência da rede:** Eventos climáticos extremos mais frequentes são citados como um risco significativo para a rede elétrica. Profissionais do setor enfatizaram a necessidade de adaptar a infraestrutura para garantir a resiliência e minimizar interrupções.
- **Restrições ambientais mais rígidas:** Entrevistados mencionaram que as restrições ambientais estão se tornando mais rigorosas, representando um desafio significativo para a expansão da infraestrutura necessária ao crescimento do setor. Apesar das dificuldades, essas restrições foram consideradas essenciais para promover práticas mais sustentáveis e proteger o meio ambiente.

Para facilitar as etapas subsequentes, as tendências identificadas foram organizadas na Figura 14 a seguir, com abreviações que representam cada uma delas. Essas abreviações visam simplificar a referência e o acompanhamento das tendências nas análises posteriores, permitindo uma consulta rápida e eficiente dos principais pontos discutidos ao longo deste capítulo.

Figura 14 – Tendências

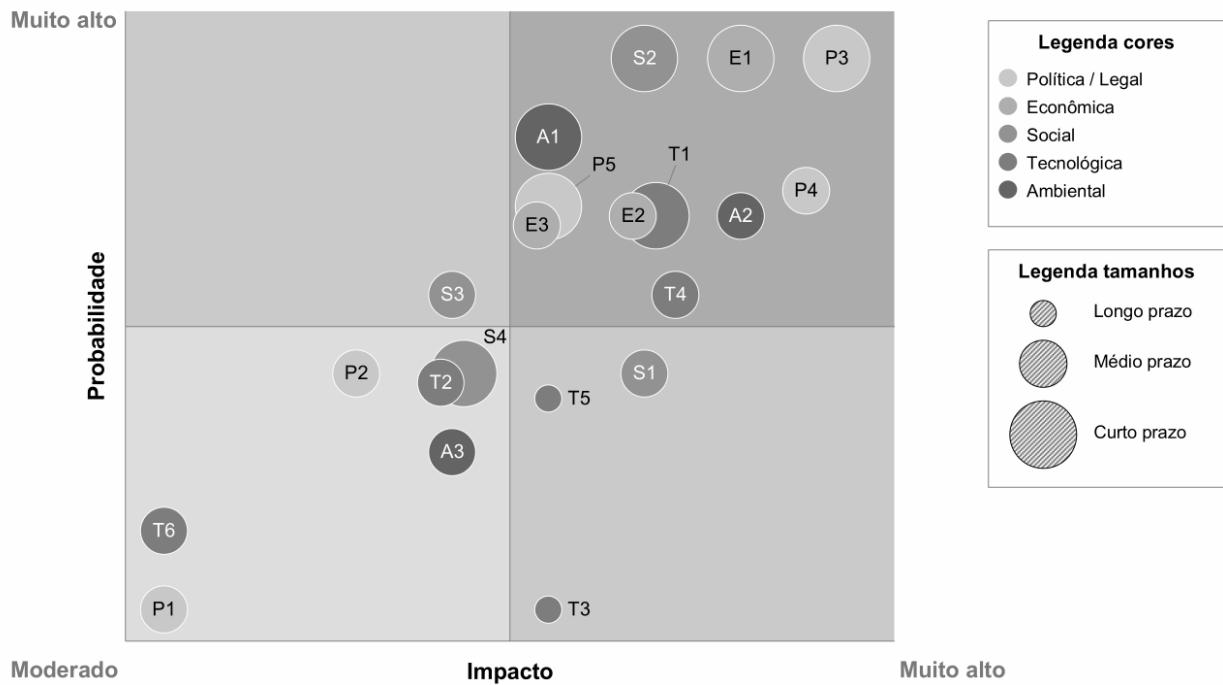
Políticas / Legal	P1	Implantação de políticas nucleares
	P2	Regulação do preço de carbono
	P3	Regulamentação para geração distribuída
	P4	Revisão dos subsídios cruzados e estrutura tarifária
	P5	Subsídios e incentivos para energias renováveis
Econômicas	E1	Abertura do mercado livre de energia
	E2	Barateamento de tecnologias renováveis (baterias, CCUS, etc.)
	E3	Crescimento do investimento em infraestruturas elétrica
Sociais	S1	Crescimento da demanda com eletrificação
	S2	Crescimento da microgeração e autossuficiência energética
	S3	Programas de educação e qualificação profissional em energias renováveis
	S4	Resposta voluntária da demanda
Tecnológicas	T1	Armazenamento de energia com baterias
	T2	Desenvolvimento de eólicas offshore
	T3	Desenvolvimento de hidrogênio verde como alternativa ao petróleo
	T4	Digitalização e controle inteligente da rede
	T5	Tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCUS)
	T6	Utilização de resíduos sólidos para geração de energia
Ambientais	A1	Descarbonização e evolução energética
	A2	Impacto das mudanças climáticas na resiliência da rede
	A3	Restrições ambientais mais rígidas

Fonte: Autoria própria.

5.3 Etapa 3 - Matriz Impacto x Probabilidade das Tendências

A partir do mapeamento das tendências observadas no setor elétrico brasileiro, foi realizada a coleta da opinião dos entrevistados acerca da probabilidade de ocorrência e do impacto de cada uma dessas tendências. Como resultado, elaborou-se uma matriz de priorização, conforme indicado na Figura 15.

Figura 15 – Matriz de priorização



Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos indicaram que as tendências mapeadas possuem, predominantemente, graus de impacto moderado a alto e probabilidade de ocorrência também moderada a alta. Essa abordagem está alinhada às considerações de Fahey e Randall (1998), que destacam a importância de avaliar tanto a probabilidade quanto o impacto das variáveis estratégicas na construção de cenários prospectivos. Assim, com base na adaptação da matriz de impacto e incerteza proposta por Wilson (1998), as tendências foram classificadas em quatro segmentos principais:

- Questões críticas de planejamento (alto impacto e alta probabilidade);
- Questões importantes de planejamento (moderado impacto e alta probabilidade);
- Direcionadores importantes de cenário (alto impacto e moderada probabilidade);
- Questões importantes de cenário (moderada probabilidade e moderado impacto).

No quadrante de questões críticas de planejamento, foram alocadas tendências de curto prazo que demandam atenção prioritária, tais como:

- Regulamentação da geração distribuída (P3);
- Abertura do mercado livre de energia (E1);

- Crescimento da microgeração (S2);
- Armazenamento de energia com baterias (T1);
- Subsídios para energias renováveis (P5);
- Descarbonização e evolução energética (A1).

Para o médio prazo, identificaram-se tendências igualmente relevantes, incluindo

- Revisão de subsídios cruzados (P4);
- Impacto das mudanças climáticas na resiliência das redes (A2);
- Digitalização e controle inteligente das redes (T4);
- Barateamento de tecnologias renováveis (E2);
- Crescimento do investimento em infraestrutura elétrica (E3).

Essas tendências devem ser abordadas de maneira estruturada no planejamento estratégico do setor elétrico brasileiro, em consonância com as diretrizes apresentadas por Wilson (1998).

No quadrante de questões importantes de planejamento, foi localizada apenas uma tendência: o crescimento de programas de educação e qualificação profissional em energias renováveis. Embora não esteja classificada como prioridade imediata, essa tendência apresenta relevância para o médio prazo, devendo ser considerada no planejamento, mesmo que de forma complementar (Corrêa, 2011).

No contexto dos direcionadores importantes de cenário, foram identificadas tendências com impacto significativo e probabilidade moderada, que devem ser monitoradas de forma constante e investigadas detalhadamente, como propõe Corrêa (2011). Neste quadrante, destacaram-se:

- Médio prazo: crescimento da demanda por eletrificação (S1);
- Longo prazo: desenvolvimento do hidrogênio verde como alternativa ao petróleo e avanço de tecnologias de captura de carbono (T3).

Schoemaker (1993) destaca que esses direcionadores, embora não imediatos, têm potencial transformador e devem ser acompanhados com atenção para assegurar uma adaptação estratégica eficaz.

Por fim, no quadrante de questões importantes de cenário, com impacto e probabilidade moderados, destacam-se tendências com implicações mais específicas, embora ainda relevantes. No horizonte de curto prazo, foi identificada a tendência de resposta voluntária da demanda. Já para o médio prazo, incluem-se:

- Regulação do preço do carbono (P2);
- Desenvolvimento de eólicas offshore (T2);
- Restrições ambientais mais rigorosas (A3);
- Utilização de resíduos sólidos para geração de energia (T6);
- Implantação de políticas nucleares (P1).

A análise realizada permite a identificação das tendências com maior impacto e grau de incerteza no setor elétrico brasileiro, fornecendo uma base sólida para a definição de prioridades estratégicas. Conforme observado por Randall (1998), a classificação das tendências em graus de impacto e probabilidade contribui para orientar ações estratégicas mais eficazes e alinhadas às demandas emergentes do setor.

5.4 Etapa 4 - Visão estratégica de Horizontes de Inovação

O Modelo de Três Horizontes, descrito por Mittal (2024) e baseado no *framework* da McKinsey & Company, serve como uma ferramenta estratégica fundamental para equilibrar o foco entre as demandas atuais do setor elétrico e as oportunidades futuras. Este modelo organiza as iniciativas em três horizontes temporais: curto prazo (H1), médio prazo (H2) e longo prazo (H3). Sua aplicação permite categorizar as tendências previamente mapeadas e priorizadas em horizontes que indicam o tempo esperado para impacto e o nível de inovação necessário. Conforme Mittal (2024), cada horizonte é caracterizado por objetivos específicos e níveis distintos de incerteza, os quais são detalhados a seguir com base nas tendências identificadas e classificadas nos capítulos anteriores.

O H1 concentra-se em ações voltadas para sustentar as operações existentes e implementar melhorias incrementais. Estas iniciativas têm baixa incerteza e impacto imediato,

sendo consideradas prioritárias para garantir a estabilidade do sistema. Entre as tendências identificadas e alocadas neste horizonte estão aquelas classificadas no capítulo anterior, como questões críticas de planejamento (alto impacto e alta probabilidade) de curto prazo:

- Regulamentação para geração distribuída (P3);
- Abertura do mercado livre de energia (E1);
- Crescimento da microgeração e autossuficiência energética (S2);
- Armazenamento de energia com baterias (T1);
- Descarbonização e evolução energética (A1);
- Subsídios e incentivos para energias renováveis (P5).

No H2, o foco está nas oportunidades emergentes que ainda estão em desenvolvimento, mas apresentam potencial significativo para transformar o setor elétrico. Essas iniciativas exigem maior investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação antes de sua consolidação. As tendências alocadas neste horizonte incluem aquelas classificadas como questões críticas de planejamento (alto impacto e alta probabilidade) de médio prazo:

- Revisão de subsídios cruzados e estrutura tarifária (P4);
- Impacto das mudanças climáticas na resiliência das redes (A2);
- Digitalização e controle inteligente das redes (T4);
- Redução de custos das tecnologias renováveis (E2);
- Crescimento do investimento em infraestrutura energética (E3).

O H3 abrange tendências de alto impacto que representam inovações radicais e demandam uma transformação estrutural no setor elétrico. Essas iniciativas estão associadas a maiores incertezas e riscos, mas têm potencial para redefinir o mercado no longo prazo. As tendências classificadas como direcionadores importantes de cenário (alto impacto e moderada probabilidade) estão presentes neste horizonte:

- Crescimento da demanda com eletrificação (S1);
- Desenvolvimento de hidrogênio verde como alternativa ao petróleo (T3);
- Tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCUS) (T5).

Contudo, cabe ressaltar que o objetivo deste trabalho não é aprofundar na elaboração de estratégias específicas para cada horizonte. A decisão de não detalhar este processo deve-se à amplitude e complexidade do setor elétrico, bem como à necessidade de recursos e expertise adicionais que extrapolam o escopo deste estudo. Assim, optamos por fornecer uma visão geral que sirva como base para futuras investigações e planejamentos estratégicos.

Além disso, é importante reforçar que a aplicação do modelo de horizontes de inovação aqui proposta busca estabelecer uma fundação inicial para orientar as organizações do setor elétrico em seus processos decisórios. Estudos complementares são recomendados para validar as hipóteses apresentadas e detalhar as ações específicas para cada horizonte.

6 CONCLUSÃO

Este capítulo aborda as conclusões do presente trabalho de monografia, bem como recomendações para estudos futuros que possam expandir e aprimorar os resultados aqui apresentados.

O mundo contemporâneo é marcado por uma crescente instabilidade, impulsionada por fatores como mudanças climáticas, transformações tecnológicas, incertezas econômicas e instabilidades geopolíticas. Essa conjuntura impõe desafios crescentes para empresas e governos, que precisam se adaptar rapidamente, muitas vezes em cenários futuros incertos. Dentro desse contexto, o setor elétrico destaca-se como um dos pilares fundamentais da infraestrutura global, sendo particularmente vulnerável a essas mudanças devido à sua dependência de recursos naturais, avanços tecnológicos e regulação governamental.

Para enfrentar esses desafios, metodologias de previsão estratégica, como o *Strategic Foresight*, tornam-se indispensáveis. Essas abordagens oferecem ferramentas analíticas robustas que permitem explorar múltiplos cenários futuros, antecipar tendências e mitigar riscos, promovendo resiliência organizacional e inovação. No setor elétrico, em particular, essas metodologias oferecem suporte crucial para garantir uma adaptação eficaz às transformações em curso e para moldar um futuro sustentável.

Com base nessa premissa, este trabalho teve como objetivo principal aplicar a metodologia do *Strategic Foresight* no setor elétrico brasileiro, elencando as principais tendências do setor, classificando-as em termos de probabilidade e impacto e alocando-as em horizontes de inovação. A pesquisa foi guiada por duas perguntas centrais: quais são as tendências futuras para o setor elétrico brasileiro e como priorizá-las estrategicamente. Para respondê-las, foi desenvolvido e aplicado o *framework Foresight Setorial*, fundamentado no modelo de Hines e Bishop (2013), que combinou ferramentas como análise PESTAL, método Delphi, matriz de probabilidade x impacto e horizontes de inovação.

O *framework* foi estruturado de forma a atender a essas questões de pesquisa de maneira sistemática. O estudo inicial do contexto foi realizado por meio de uma análise PESTAL, que mapeou fatores políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, ambientais e legais que moldam o setor elétrico brasileiro. A partir dessa base, as tendências do setor foram identificadas por meio de artigos, relatórios de mercado e entrevistas com especialistas, cujas perspectivas práticas enriqueceram a análise. Em seguida, essas tendências foram classificadas quanto à probabilidade e impacto com o apoio de uma adaptação do método Delphi, permitindo uma

avaliação colaborativa e estruturada. Por fim, as tendências priorizadas foram organizadas nos três horizontes de inovação, assegurando uma base clara e estratégica para o planejamento futuro. Esse processo sistemático permitiu responder às perguntas de pesquisa de forma clara e fundamentada, alinhando os resultados aos objetivos estabelecidos.

Como uma das principais contribuições deste estudo, o *framework Foresight* Setorial integra elementos teóricos e metodológicos amplamente reconhecidos, apresentando uma ferramenta prática e adaptável para organizações do setor elétrico. Ele oferece suporte para antecipar cenários futuros, identificar tendências críticas e desenvolver estratégias de priorização, sendo um avanço metodológico que pode ser replicado em contextos semelhantes. Assim, além de contribuir para a literatura acadêmica, o framework apresenta uma aplicabilidade à prática empresarial.

O trabalho também evidenciou contribuições para o setor elétrico a partir da aplicação do *framework* proposto. No curto prazo, tendências como a regulamentação da geração distribuída, a abertura do mercado livre de energia e o crescimento da microgeração solar destacaram-se com alta probabilidade e impacto significativo, configurando-se como questões críticas para o planejamento estratégico das empresas do setor. No médio prazo, a digitalização de redes inteligentes e o avanço em tecnologias de armazenamento de energia foram priorizados devido ao seu alto potencial de impacto transformador e probabilidade de ocorrência crescente. Embora menos urgentes, essas tendências também são fundamentais para o planejamento estratégico, indicando a necessidade de investimentos consistentes. No longo prazo, inovações disruptivas, como o hidrogênio verde e novas capacidades de armazenamento, apresentaram probabilidade moderada, mas um elevado potencial de transformação, ressaltando a importância de monitoramento contínuo e destacando-se como direcionadores estratégicos para cenários futuros do setor.

Entretanto, algumas limitações devem ser reconhecidas. A complexidade e amplitude do setor elétrico exigem análises contínuas e aprofundadas, enquanto a dependência de entrevistas com especialistas introduz um grau de subjetividade que pode ser minimizado em estudos futuros com métodos quantitativos mais robustos. Além disso, a análise concentrou-se no contexto brasileiro, deixando de explorar em maior profundidade possíveis interações com tendências globais que também podem impactar o setor.

Diante dessas limitações, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o escopo para incluir análises de tendências globais e novas metodologias quantitativas que possam enriquecer a abordagem proposta. A aplicação do *framework* em outros setores, como

transporte ou agricultura, também é uma possibilidade promissora, que pode explorar a adaptabilidade da metodologia desenvolvida. Adicionalmente, a incorporação de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e *blockchain*, ao planejamento estratégico do setor elétrico representa um tema relevante a ser investigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Micro e minigeração distribuída apresenta acréscimo de 7,4 GW em 2023. **Gov.br**, Brasília, DF, 3 jan. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/micro-e-minigeracao-distribuida-apresenta-acrescimo-de-7-4-gw-em-2023>. Acesso em: 28 out. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Relatório anual de 2024**. Brasília, DF: ANEEL, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/a-aneel>. Acesso em: 23 set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Tarifas de Energia no Brasil**. 2013. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/336847/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

ALIZADEH, Reza; LUND, Peter D.; BEYNAGHI, Ali. An integrated scenario-based robust planning approach for foresight and strategic management with application to energy industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 104, p. 30-44, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162515003935>. Acesso em: 23 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA (ABRACEEL). **Cartilha do Mercado Livre**. Brasília, DF: Abraceel, 2023. Disponível em: <https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2023/10/Cartilha-do-Mercado-Livre-de-Energia.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA (ABRACEEL). Previsão de novos consumidores no mercado livre de energia supera 27 mil até 2025. **Abraceel**: Press Releases, Brasília, DF, 23 jul. 2024. Disponível em: <https://abraceel.com.br/press-releases/2024/07/previsao-de-novos-consumidores-no-mercado-livre-de-energia-superá-27-mil-ate-2025/#:~:text=A%20Abraceel%20defende%20a%20abertura,de%20energia%20el%C3%A9trica%20em%202026>. Acesso em: 28 out. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de Inflação - 2023**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/ri>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Setores: Energia Elétrica. **BNDES**: Hub de Projetos, 2024. Disponível em: <https://hubdeprojetos.bnDES.gov.br/pt/setores/Energia-Eletrica#5>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BARBOSA, Carlos Eduardo. **TIAMAT: um framework para apoiar a integração de métodos de Prospecção Tecnológica**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/index.php/pt-BR/publicacoes-pesquisa/details/15/2830>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. S. **Administração estratégica e vantagem competitiva.** São Paulo: Pearson, 2017.

BARROS, Pedro Silva; SCHUTTE, Giorgio Romano; PINTO, Luiz Fernando Sanná. **Além da autossuficiência:** o Brasil como protagonista no setor energético. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em:
<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1187>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BELTRAME, Beatriz; NASCIMENTO NETO, José Osório do. O papel da ANEEL na regulação do setor elétrico brasileiro. **Cadernos da Escola de Direito**, v. 27, n. 1, p. 1-19, 2017. Disponível em:
<https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernosdireito/article/view/3862>. Acesso em: 28 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. BNDES lança linha de R\$ 2 bilhões para data centers no Brasil. **Gov.br**, Brasília, DF, 11 set. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/setembro/bndes-lanca-linha-de-r-2-bilhoes-para-data-centers-no-brasil#:~:text=Para%20projetos%20nas%20regi%C3%A3es%20Norte,e%20Big%20Data%2C%20entre%20outros>. Acesso em: 28 out. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Estudo mostra que o setor energético pode receber investimentos de até R\$ 3,2 trilhões até 2034.** Disponível em:
<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/estudo-mostra-que-o-setor-energetico-pode-receber-investimentos-de-ate-r-3-2-trilhoes-ate-2034>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BUENO, A. F. M.; BRANDÃO, C. A. L. **Visão geral de tecnologia e mercado para os sistemas de armazenamento de energia elétrica no Brasil.** Belo Horizonte: Abaque, 2016.

CHAMAS, Denis Soares. **Como desenhar cenários confiáveis de futuros que permitem planejar ações estratégicas.** 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em:
<https://tede2.pucsp.br/handle/23373>. Acesso em: 8 set. 2024.

COHEN, M. J.; KAPSARC, T. Strategic foresight: A review and research agenda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 116, p. 130-142, 2017. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516306035>. Acesso em: 8 set. 2024.

CORRÊA, C. R. **Cenários prospectivos e aprendizado organizacional em planejamento estratégico:** estudo de casos de grandes organizações brasileiras. 2011. Tese (Doutorado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/355168565_Cenarios_prospectivos_e_aprendizado_organizacional_em_planejamento_estrategico_estudo_de_casos_de_grandes_organizacoes_brasileiras. Acesso em: 15 nov. 2024.

CSASZAR, Felipe. A.; LAUREIRO-MARTÍNEZ, Daniella. Individual and organizational antecedents of strategic foresight: A representational approach. **Strategy Science**, Jun. 25, 2018. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3138822. Acesso em: 14 nov. 2024.

DUMBRAVA, Vasile.; IACOB, Vladut-Severian. Using probability impact matrix in analysis and risk assessment projects. **Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology**, n. special, p. 76-96, 2013. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/[https://www.scientificpapers.org/wp-content/files/07_Dumbrava_Iacob-USING PROBABILITY IMPACT MATRIX IN ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT PROJECTS.pdf](https://www.scientificpapers.org/wp-content/files/07_Dumbrava_Iacob-USING%20PROBABILITY%20IMPACT%20MATRIX%20IN%20ANALYSIS%20AND%20RISK%20ASSESSMENT%20PROJECTS.pdf) Acesso em: 22 set. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 8 set. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>. Acesso em: 23 set. 2024.

FRACARI, Fabiano; SANTOS, Iverton; SANCHEZ, Gustavo. Smart Grid: uma nova forma de controle de Energia Elétrica. **Revista Eletrônica de Inovação e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 15-22, 2015.

FULLER, Ted. Anxious relationships: The unmarked futures for post-normal scenarios in anticipatory systems. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 124, p. 76-85, 2017. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85007597217&doi=10.1016%2fj.techfore.2016.07.045&partnerID=40&md5=f7dfd06cdd5bc84282554d95aaf25e98>. Acesso em: 20 ago. 2024.

GEORGIOU, Luke; HARPER, Jennifer Cassingena; KEENAN, Michael; MILES, Ian; POPPER, Rafael (Ed.). **The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2008. 428 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: https://issuu.com/cengagebrasil/docs/administra_o_estrat_gica_competiti. Acesso em: 8 nov. 2024.

GODET, M. Future memories. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 9, p. 1457-1463, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162510001290?via%3Dihub>. Acesso em: 8 set. 2024.

GORDON, Adam Vigdor *et al.* 50 Years of corporate and organizational foresight: Looking back and going forward. **Technology Forecasting and Social Change**, v. 154, n. 1, p. 1-47, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079867389&doi=10.1016%2fj.techfore.2020.119966&partnerID=40&md5=aa7501dfbbf4f3c6c1309b1282d746dc>. Acesso em: 12 set. 2024.

GRAVES, Roger. Qualitative risk assessment. **PM Network**, v. 14, n. 10, p. 61-66, 2000. Disponível em: <https://www.pmi.org/learning/library/qualitative-risk-assessment-cheaper-faster-3188>. Acesso em: 22 set. 2024.

HILTUNEN, Elina. Good sources of weak signals: A global study of where futurists look for weak signals. **Journal of Futures Studies**, v. 12, n. 4, p. 21-44, 2008. Disponível em: <https://jfsdigital.org/wp-content/uploads/2014/01/124-A03.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.

HINES, Andy; BISHOP, Peter. Framework foresight: Exploring futures the Houston way. **Futures**, v. 51, p. 31-49, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328713000773>. Acesso em: 23 set. 2024.

HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. Administração estratégica: competitividade e globalização. 12. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018. Disponível em: https://issuu.com/cengagebrasil/docs/administra_o_estrat_gica_competiti. Acesso em: 28 set. 2024.

HOLT, Ben. **The Strategic Foresight Book**. Rome: IFRC Solferino Academy, 2023. Disponível em: <https://solferinoacademy.com/wp-content/uploads/2023/12/The-Strategic-Foresight-Book-EN.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.

IDEN, Jon; METHLIE, Leif B.; CHRISTENSEN, Gunnar E. **The nature of strategic foresight research: A systematic literature review**. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 116, p. 87-97, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jon-Iden/publication/310572800_The_nature_of_strategic_foresight_research_A_systematic_literature_review/links/5bbc5c28299bf1049b7819fb/The-nature-of-strategic-foresight-research-A-systematic-literature-review.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.

INAYATULLAH, S. Causal Layered Analysis (CLA): Poststructuralism as Method. In: **Futures Studies: Methods and Approaches**. **The Knowledge Base of Futures Studies**. v. 2, p. 815-829, 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001632879800086X>. Acesso em: 15 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Amapá, Piauí, Rondônia e Pará tinham menos de 30% dos seus domicílios urbanos conectados à rede de esgoto em 2022. **Agência de Notícias IBGE**, 16 jun. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37179-amapa-piaui-rondonia-e-para-tinham-menos-de-30-dos-seus-domiciliros-urbanos-conectados-a-rede-de-esgoto-em-2022>. Acesso em: 12 set. 2024.

JING, W.; TAO, M. Research on clean energy development strategy of China Three Gorges Corporation based on SWOT framework. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 47, 2021, p. 101335.

KASSEM, M.; KHOIRY, M. A.; HAMZAH, N. Using probability impact matrix (PIM) in analyzing risk factors affecting the success of oil and gas construction projects in Yemen.

International Journal of Energy Sector Management, 2019. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/335181838_Using_probability_impact_matrix_PIM_in_analyzing_risk_factors_affecting_the_success_of_oil_and_gas_construction_projects_in_Yemen Acesso em: 22 set. 2024.

KLAPPER, L.; REINHART, C.; KANZ, M.; MARE, D. **World Development Report 2022: Finance for an Equitable Recovery**. Washington, DC: World Bank, 2022. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/e1e22749-80c3-50ea-b7e1-8bc332d0c2ff/content> Acesso em: 18 nov 2024.

LIEBL, Franz; SCHWARZ, Jan Oliver. Normality of the future: Trend diagnosis for strategic foresight. **Futures**, v. 42, n. 4, p. 313-327, 2010. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/247150652_Normality_of_the_future_Trend_diagnosis_for_strategic_foresight. Acesso em: 30 set. 2024.

LINSTONE, Harold A.; TUROFF, Murray. (ed.). **The Delphi method: Techniques and applications**. Reading, MA: Addison-Wesley, 2002. Disponível em:
https://www.foresight.pl/assets/downloads/publications/Turoff_Linstone.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

MANYIKA, James *et al.* O futuro do mercado de trabalho: impacto em empregos, habilidades e salários. **McKinsey & Company**, Nova York, 28 nov. 2017. Disponível em:
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages/pt-BR>. Acesso em: 27 ago. 2024.

MATAMOROS, Efrain Pantaleón; ZUMBA, Felipe Macedo; MANCOS, Guilherme de Rosso (org.). **Avanços em Ciência, Tecnologia e Inovação**. Belo Horizonte: Poisson, 2024.

MCGRATH, Rita. The pace of technology adoption is speeding up. **Harvard Business Review**, Cambridge, Nov. 25, 2013. Disponível em: <https://hbr.org/2013/11/the-pace-of-technology-adoption-is-speeding-up>. Acesso em: 27 ago. 2024.

MITTAL, Shobhit. Strategic Foresight in Action: Leveraging McKinsey's 3 Horizon Model for Balanced Financial and Strategic Planning. **International Journal of Science and Research**, v. 13, n. 4, p. 1166-1172, 2024. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/379924972_Strategic_Foresight_in_Action_Leveraging_McKinsey%27s_3_Horizon_Model_for_Balanced_Financial_and_Strategic_Planning. Acesso em: 13 out. 2024.

MUNARETTO, Lorimar Francisco; CORRÊA, Hamilton Luiz; CUNHA, Júlio Araújo Carneiro da. A study on the characteristics of the Delphi method and focus group as techniques to obtain data in exploratory research. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 6, n. 1, p. 9-24, 2013. Disponível em:
<https://periodicos.ufsm.br/reau fsm/article/view/6243>. Acesso em: 22 set. 2024.

Ogilvy, J., & Schwartz, P. (1998). Plotting Your Scenarios. In **L. Fahey & R. M. Randall (Eds.), Learning from the future: competitive foresight scenarios**. Wiley. . Disponível em: <https://www.wiley.com/en->

[us/Learning+from+the+Future%3A+Competitive+Foresight+Scenarios+-p-9780471303527.](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14636680810918586/full/html)
Acesso em: 18 out. 2024

POPPER, R. How are Foresight methods selected?. **Foresight**, v. 10, n. 6. p. 62-89. 2008.. Disponível em:
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14636680810918586/full/html>. Acesso em: 22 dez. 2023.

REEVES, M.; DEIMLER, M. Adaptability: The new competitive advantage. **Harvard Business Review**, v. 89, n. 7, p. 134-141, 2011. Disponível em:
<https://hbr.org/2011/07/adaptability-the-new-competitive-advantage>. Acesso em: 8 set. 2024.

ROWE, G.; WRIGHT, G. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. **International Journal of Forecasting**, v. 15, n. 3, p. 53-375, 1999. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207099000187>. Acesso em: 22 set. 2024.

SÁFADI, Cristina Maria Queixa. Delphi: um estudo sobre sua aceitação. *V SEMEAD - Seminários de Marketing*, junho de 2001. Disponível em:
<http://sistema.semead.com.br/5semead/MKT/Delphi.pdf>. Acesso em: 27 set. 2024.

SANTOS, Lucimara Oliveira dos. **As consequências da pandemia de COVID-19 sobre a demanda e a oferta de energia elétrica no Brasil em 2020**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/7124>. Acesso em: 28 out. 2024.

SCHOEMAKER, P. J. H. Multiple scenario development: its conceptual and behavioral foundation. **Strategic Management Journal**, v. 14, n. 3, p. 193-213, 1993. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/220041993_Multiple_Scenario_Development_Its_Conceptual_and_Behavioral_Foundation. Acesso em: 15 nov. 2024.

SCHULZE, S. Creating a Positive Future For Yourself: An Interactive Game for Young People from Disadvantaged Backgrounds. **Journal of Future Studies**, v. 22, n. 2, p. 81-84, 2017. Disponível em: <https://jfsdigital.org/articles-and-essays/2017-2/creating-a-positive-future-for-yourself-an-interactive-game-for-young-people-from-disadvantaged-backgrounds/>. Acesso em: 21 set. 2024.

SCHWARTZ, Peter. **The art of the long view: planning for the future in an uncertain world**. 1. ed. New York: Doubleday, 1991.

SCHWARZ, Jan Oliver; ROHRBECK, René; WACH, Bernhard. Corporate foresight as a microfoundation of dynamic capabilities. **Futures and Foresight Science**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079869328&doi=10.1002%2fffo2.28&partnerID=40&md5=0650dbaefcef8f4f3c75130ff953cd92>. Acesso em: 22 set. 2024.

SCHWARZ, Jan Oliver; WACH, Bernhard; SCHROPP, Theresa; BUDER, Fabian. The world's top companies are using strategic foresight: you should too. **World Economic Forum**, New York, Jun. 27, 2023. Disponível em:

<https://www.weforum.org/agenda/2023/06/the-world-s-top-companies-are-using-strategic-foresight-you-should-too/>. Acesso em: 6 out. 2024.

SILVA, André Campos Valadares da. **O processo de privatização da Eletrobras e seu impacto no setor elétrico brasileiro.** 2022. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/5020>. Acesso em: 28 out. 2024.

SILVA, Bruno Gonçalves da. **Evolução do setor elétrico no contexto econômico nacional:** uma análise histórica e econométrica de longo prazo. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-12032012-091848/publico/BrunoVersaoRevisada.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.

SONG, M.; WANG, S.; ZHANG, H. Could Environmental Regulation and R&D Tax Incentives Affect Green Product Innovation?. **Journal of Cleaner Production**, v. 258, p. 148-154, 2020. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620308969#:~=Wang%20et%20al.%2C%20\(2019,adversely%20affecting%20green%20product%20innovation\)\(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620308969#:~:text=Wang%20et%20al.%2C%20\(2019,adversely%20affecting%20green%20product%20innovation\)\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620308969#:~=Wang%20et%20al.%2C%20(2019,adversely%20affecting%20green%20product%20innovation)(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620308969#:~:text=Wang%20et%20al.%2C%20(2019,adversely%20affecting%20green%20product%20innovation)). Acesso em: 15 nov. 2024.

SOUZA, Gabriel Carvalho de; CASTAÑEDA-AYARZA, Juan. PESTEL analysis and the macro-environmental factors that influence the development of the electric and hybrid vehicles industry in Brazil. **Case Studies on Transport Policy**, v. 10, n. 2, 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85125518436&doi=10.1016%2fj.cstp.2022.01.030&partnerID=40&md5=3d27967ad50abf4c6d9cf7ea05d2daf0>. Acesso em: 20 set. 2024.

SPILLEIR, D.; CASTAÑEDA-AYARZA, J.; MELLO-AYRES, R. D.; BRUCIERI, A. Characteristics and influence of macroenvironment in the Brazilian hydrogen energy sector. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 6, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85187980985&doi=10.1016%2fj.clpl.2024.100059&partnerID=40&md5=008c4d8ee9abdcaf19e836d0c0fd1789>. Acesso em: 20 set. 2024.

TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/%28SICI%291097-0266%28199708%2918%3A7%3C509%3A%3AAID-SMJ882%3E3.0.CO%3B2-Z> Acesso em: 18 out. 2024.

TELHADO, M. D. **Novos modelos de negócio circulares no setor energético.** 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão da Sustentabilidade) – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/21179>. Acesso em: 06 out. 2024.

TIBERIUS, V. Scenarios in the strategy process: A framework of affordances and constraints. **European Journal of Futures Research**, v. 7, n. 7, p. 1-14, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85077210487&doi=10.1186%2fs40309-019-0160-5&partnerID=40&md5=48be59bca9ab7580a18a4582e30f95ad>. Acesso em: 27 set. 2024.

TIBERIUS, V.; SCHWARZER, H.; ROIG-DOBÓN, S. Radical innovations: Between established knowledge and future research opportunities. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 6, n. 3, p. 145-153, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092249436&doi=10.1016%2fj.jik.2020.09.001&partnerID=40&md5=e33efbc4db5ca00e251b413349966859>. Acesso em: 21 set. 2024.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Paris Agreement: What is the Paris Agreement?** 2018. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 27 ago. 2024.

VAILSHERY, Lionel Sujay. **Global number of daily Zoom meeting participants from December 2019 to February 2023**. Statista, 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1253972/zoom-daily-meeting-participants-global/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

VEIGA, T. B.; COUTINHO, S. S.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Aplicação da técnica Delphi na construção de indicadores de sustentabilidade. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 4, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273492751_APPLICACAO_DA_TECNICA_DELP_HI_NA_CONSTRUCAO_DE_INDICADORES_DE_SUSTENTABILIDADE. Acesso em: 22 set. 2024.

WILSON, I. Mental maps of the future. In: FAHEY, Liam; RANDALL, Robert M. (ed.). **Learning from the Future**. New York: Wiley, 1998. p. 81-108.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. Disponível em: http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/fetch/74304716/3-YIN-planejamento_metodologia.pdf. Acesso em: 8 nov. 2024.

APÊNDICE – PROTOCOLO E QUESTIONÁRIO

Protocolo:

O protocolo de entrevista consiste em uma sequência estruturada de atividades planejadas para garantir a condução adequada das entrevistas, de modo a coletar dados de forma eficiente e respeitosa. No presente estudo, as seguintes etapas foram implementadas para assegurar a qualidade e a consistência das entrevistas:

1. Apresentação do estudo e dos objetivos da pesquisa
2. Introdução dos entrevistadores
3. *Disclaimer* de confidencialidade
4. Entrevistado se apresenta e resume sua trajetória profissional
5. Aplicação do questionário
6. Questões adicionais, se necessário
7. Encerramento e agradecimentos

Disclaimer de Confidencialidade:

Esta entrevista faz parte de uma pesquisa acadêmica para a elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) que tem como objetivo estudar a aplicação da metodologia de Strategic Foresight no setor elétrico.

Gostaríamos de assegurar que todas as informações fornecidas durante esta entrevista serão tratadas com total confidencialidade. Seus dados pessoais e suas opiniões serão utilizados de forma anônima, garantindo que nenhuma informação que permita sua identificação será divulgada em nenhuma etapa do trabalho.

Além disso, ao término do projeto, teremos o prazer de compartilhar com você os principais insights e conclusões obtidos a partir desta pesquisa.

Questionários:

1 Introdução e Contextualização:

Apresentar brevemente o objetivo da pesquisa, explicar o foco no Strategic Foresight e garantir a confidencialidade da entrevista

- Poderia compartilhar um pouco sobre sua experiência e função no setor elétrico?

- Como sua atuação se relaciona com tendências futuras no setor de energia?

2 Cenário Atual do Setor Elétrico Brasileiro

Explorar o estado atual do setor elétrico, focando em inovações recentes, desafios estruturais e impactos das transformações.

2.1 Transformações recentes:

- Quais você considera as principais inovações e transformações ocorridas no setor elétrico brasileiro nos últimos 5 a 10 anos?
- Quais fatores impulsionaram essas mudanças? (e.g., mudanças regulatórias, inovações tecnológicas, aumento na demanda por energia limpa)
- Qual a sua opinião sobre a expansão do mercado livre de energia e seus efeitos?

2.2 Desafios:

- Quais são, em sua opinião, os principais desafios que o setor de energia enfrenta atualmente?
- Onde você vê as maiores oportunidades no setor de energia hoje?

3 Tendências Futuras e Previsões (*Foresight*)

Investigar as principais tendências futuras e inovações tecnológicas que moldarão o setor elétrico nos próximos anos.

3.1 Visão geral:

- Na sua opinião, quais são as principais tendências que moldarão o futuro do setor elétrico nos próximos 10 a 20 anos?
- Quais tendências ou inovações você acredita que terão o maior impacto no setor de energia?
- Você pode imaginar diferentes cenários para o setor (otimistas, pessimistas, ou neutros)? Quais seriam os principais fatores nesses cenários?
- Você enxerga alguma tendência atualmente considerada improvável, mas que, sob certas circunstâncias, poderia se concretizar e impactar significativamente o setor elétrico?

3.2 Tendências Políticas / Legais:

- Como a regulamentação e o governo podem impactar o setor no longo prazo?
- Existe alguma mudança regulatória que está sendo muito esperada?

- Existe alguma instituição que tenha crescido (ou decrescido) em importância nos últimos anos?
- Quais estratégias as empresas podem adotar para se beneficiar dessas mudanças?

3.3 Tendências Econômicas:

- Como você prevê que fatores econômicos influenciarão o setor elétrico nos próximos anos?
- Quais tendências econômicas (e.g., globalização, dinâmica de mercado, investimentos, instituições financeiras) você acha que terão impacto no setor de energia?
- Como você acha que os preços e custos da energia evoluirão no futuro, e quais implicações isso terá para consumidores e produtores?

3.4 Tendências Sociais:

- Você acredita que exista alguma tendência social que possa influenciar o futuro do setor elétrico (padrão de consumo, abertura do mercado livre, padrão de compras)?

3.5 Tendências Tecnológicas:

- Quais tecnologias disruptivas você acredita que terão o maior impacto no setor elétrico nos próximos anos?
- Como as empresas podem se posicionar favoravelmente a essa mudança?

3.6 Tendências Ambientais:

- Como as mudanças climáticas influenciarão o setor?
- De que forma a transição para energia limpa está moldando o futuro do setor? Qual a importância dessa transição para os próximos anos?
- De que maneiras as empresas podem se adaptar de forma vantajosa a essa transformação?

4 Planejamento Estratégico no Setor Elétrico [Se aplicável]

Analisa como as empresas utilizam ferramentas de planejamento estratégico para lidar com incertezas e preparar-se para cenários futuros.

- Você já ouviu falar de *Strategic Foresight*?
- As empresas do setor usam *Strategic Foresight* ou alguma metodologia/ferramenta parecida para o planejamento de longo prazo? Se sim, qual?

- De quanto em quanto tempo fazem esse planejamento estratégico? Quanto tempo olham pra frente?
- Você acredita que o setor elétrico está preparado para lidar com as mudanças e tendências que discutimos?
- Como o setor elétrico se prepara para eventos inesperados, como crises energéticas ou mudanças regulatórias abruptas? Você acredita que isso é suficiente?

5 Conclusão e Reflexões Finais

Concluir a entrevista com reflexões finais e agradecimentos.

- Você tem mais alguma recomendação ou consideração que não abordamos e que poderia ser relevante para entender o futuro do setor elétrico?
- Existe algum material adicional que você recomendaria para aprofundar o entendimento sobre o futuro da energia no Brasil?
- Agradecimento pelo tempo e insights oferecidos.