ASSOCIAÇÃO DOS DIPLOMADOS

DA

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA

DELEGACIA DE CAMPINAS

XXXV CEPE - 2024 GRUPO 1

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

André **Micoski** Luz
Ede Carlos Silva Lima
Guilherme de Almeida Gay
Paulo Sérgio Pereira da **Rocha** Júnior

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso– TCC, apresentado ao XXXV Curso de Estudos de Política e Estratégia (CEPE), da Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra (ADESG), Delegacia de Campinas, como requisito para a obtenção da certificação do CEPE.

Orientador: **Ricardo Farias Alexandre**

Campinas, 2024

ASSOCIAÇÃO DOS DIPLOMADOS DA

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA - ADESG

DELEGACIA DE CAMPINAS

XXXV CEPE

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**", de autoria dos estagiários André **Micoski** Luz, **Ede Carlos** Silva Lima, **Guilherme** de Almeida Gay e **Paulo** Sérgio Pereira da **Rocha** Junior, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes avaliadores:

_____

_____

_____

_____

Campinas (SP), em 23 de julho de 2024

AGRADECIMENTO

Com profunda gratidão, dedicamos estas palavras àqueles que nos apoiaram ao longo de nossa jornada acadêmica na ADESG Campinas.

Às nossas famílias, pelo apoio incondicional ao nosso projeto pessoal de estudos e desenvolvimento profissional.

À Delegada da ADESG-Campinas, na pessoa da ilustre Dra. Ana Maria Fedozzi da Cunha Cappelli, por sua solicitude e compreensão com os acadêmicos, bem como pelo seu inabalável comprometimento ético com a Instituição.

Ao Coordenador do XXXV CEPE, Mario Lúcio Tenório, por seu entusiasmo, amizade e dedicação excepcionais ao Curso de Estudos de Política e Estratégia.

Aos Assessores da ADESG-Campinas, por terem nos guiado através do árduo "caminho das pedras" para chegar a este glorioso momento.

Ao orientador do TCC, Ricardo Farias Alexandre, por seu direcionamento e a generosa partilha de seus vastos conhecimentos.

Aos professores e palestrantes do XXXV CEPE, cujos valiosos ensinamentos foram fundamentais para o nosso crescimento.

Aos colegas de turma, que compartilharam conosco momentos de alegria e dedicação, sempre cônscios de que a jornada, embora desafiadora, seria recompensadora.

A Deus, que, em Sua infinita bondade, nos colocou neste mundo como seres dotados de razão e emoção, capazes de superar as etapas da vida, vivenciar relações humanas, auxiliar nas transformações do mundo.

A todos vocês, nossos mais singelos e carinhosos agradecimentos.

A energia não pode ser criada ou destruída, ela só pode ser transformada de uma forma para outra. (Primeira lei da termodinâmica)

RESUMO

Neste trabalho, analisa-se a relevância das fontes alternativas de energia para o desenvolvimento regional no Brasil, com foco na diversificação da matriz elétrica. Explora a trajetória histórica do setor elétrico brasileiro, destacando a transição para fontes renováveis. Utiliza uma metodologia de planejamento estratégico da Escola Superior de Guerra (ESG), abrangendo análises de tendências, políticas públicas e barreiras à implementação de energia solar e eólica. O estudo investiga os impactos socioeconômicos da diversificação energética, enfatizando a geração de empregos e a inovação tecnológica. Também discute o papel do Decisor Estratégico na promoção da segurança energética e sustentabilidade, alinhando-se aos Objetivos de Estado e de Governo. Conclui que a adoção de tecnologias limpas e a redução da dependência de combustíveis fósseis são cruciais para a competitividade econômica e a coesão social do país.

Palavras chaves: fontes alternativas de energia; desenvolvimento regional; matriz elétrica; planejamento estratégico; sustentabilidade.

ABSTRACT

This thesis analyzes the importance of alternative energy sources for regional development in Brazil, focusing on the diversification of the electric matrix. It explores the historical trajectory of the Brazilian electric sector, highlighting the transition to renewable sources. It employs a strategic planning methodology from the Escola Superior de Guerra (ESG), encompassing analyses of trends, public policies, and barriers to the implementation of solar and wind energy. The study investigates the socioeconomic impacts of energy diversification, emphasizing job creation and technological innovation. It also discusses the role of the Strategic Decision-Maker in promoting energy security and sustainability, aligning with State and Government Objectives. It concludes that the adoption of clean technologies and the reduction of fossil fuel dependency are crucial for the country's economic competitiveness and social cohesion.

Keywords: alternative energy sources; regional development; electric matrix; strategic planning; sustainability.

LISTA DE DESENHOS

DESENHO 01 – MATRIZ ENERGÉTICA | MUNDIAL X BRASILEIRA..... 16
DESENHO 02 – MATRIZ ELÉTICA | MUNDIAL X BRASILEIRA 17
DESENHO 03 – MATRIZ SWOT..... 32
DESENHO 04 – MATRIZ SWOT ENTRECRUZADA 33
DESENHO 05 – ANÁLISE DOS RISCOS 37
DESENHO 06 – NECESSIDADES POR EXPRESSÃO DO PODER..... 39
DESENHO 07 – MEIOS DISPONÍVEIS E POTENCIAIS 40
DESENHO 08 – REAVALIAÇÃO DAS TENDÊNCIAS DE PESO 46
DESENHO 09 – MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS..... 47
DESENHO 10 – MATRIZ DE INTERESSE DOS ATORES (MIA)..... 50
DESENHO 11 – MATRIZ ELÉTRICA ESTIMADA | MAIS FAVORÁVEL..... 54
DESENHO 12 – MATRIZ ELÉTRICA ESTIMADA | MAIS PROVÁVEL..... 56
DESENHO 13 – MATRIZ ELÉTRICA ESTIMADA | MAIS DESFAVORÁVEL 58
DESENHO 14 – AÇÃO ESTRATÉGICA E DIRETRIZ ESTRATÉGICA 72
DESENHO 15 – PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E ORÇAMENTO 73
DESENHO 16 – INDICADORES DE DESEMPENHO 78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEA	Testes de Adequabilidade, Exequibilidade e Aceitabilidade
ADESG	Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CEPE	Curso de Estudos de Política e Estratégia
Cerj	Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro
CF88	Constituição Federal de 1988
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CREG	Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética
CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCELSA	Espírito Santo Centrais Elétricas
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
GCE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
INB	Indústrias Nucleares Brasileiras
IUEE	Imposto Único sobre Energia Elétrica
LAE	Linha de Ação Estratégica
LAEC	Linhas de Ação Estratégica Conservadas
MAE	Mercado Atacadista de Energia Elétrica
MINFRA	Ministério da Infraestrutura
MME	Ministério de Minas e Energia
OE	Objetivos de Estado
OF	Objetivos Fundamentais
OG	Objetivos de Governo
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PND	Programa Nacional de Desestatização
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PPT	Programa Prioritário de Termelétricas
PNE	Plano Nacional de Energia

PSTE	Plano de Transformação e Fortalecimento do Sistema Eletrobras
SIN	Sistema Interligado Nacional
TP	Tendência de Peso

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO **12**

1. FASE DE DIAGNÓSTICO **14**

1.1. ANÁLISE DO AMBIENTE 15

1.1.1. ANTECEDENTES 15

1.1.2. TENDÊNCIAS DE PESO 22

1.1.3. MEGA-TENDÊNCIAS 24

1.1.4. ATORES SOCIAIS OU STAKEHOLDERS 26

1.1.5. ANÁLISE DO AMBIENTE EXTERNO 27

1.1.6. ANÁLISE DO AMBIENTE INTERNO 29

1.1.7. MATRIZ SWOT ENTRECRUZADA 32

1.1.8. ANÁLISE DE RISCOS 36

1.2. ANÁLISE DO PODER NACIONAL 38

1.2.1. PLANOS EM VIGOR 38

1.2.2. NECESSIDADES 39

1.2.3. MEIOS DISPONÍVEIS E POTENCIAIS 39

2. FASE POLÍTICA **41**

2.1. ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS 41

2.1.1. FATOS PORTADORES DE FUTURO 41

2.1.2. EVENTOS FUTUROS PRELIMINARES 43

2.1.3. CAPACIDADE INSTALADA E PROJETOS EM ANDAMENTO 44

2.1.4. ANÁLISE ESTRUTURAL 45

2.1.5. CENÁRIOS EXTREMOS 52

2.2. CONCEPÇÃO POLÍTICA 58

2.2.1. CENÁRIO DESEJADO 59

2.2.2. OBJETIVOS DE ESTADO E OBJETIVOS DE GOVERNO 60

2.2.3. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.....61

3. FASE ESTRATÉGICA 64

3.1. CONCEPÇÃO ESTRATÉGICA 64

3.1.1. LEVANTAMENTO DOS ÓBICES.....64

3.1.2. LINHA DE AÇÃO ESTRATÉGICA 65

3.1.3. TESTES DE “AEA”.....67

3.1.4. OPÇÃO ESTRATÉGICA 69

3.1.5. DIRETRIZES ESTRATÉGICAS 71

3.2. PROGRAMAÇÃO.....72

3.2.1. PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E ORÇAMENTO.....73

4. FASE DA GESTÃO.....74

4.1. EXECUÇÃO 74

4.1.1. COORDENAÇÃO IMPLEMENTAÇÃO 74

4.2. CONTROLE 75

4.2.1. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO.....75

CONCLUSÃO 79

BIBLIOGRAFIA 81

COMPONENTES DO GRUPO.....85

INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Fontes Alternativas de Energia e Desenvolvimento Regional", foi desenvolvido no âmbito do XXXV Curso de Estudos de Política e Estratégia (CEPE) da Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra (ADESG), Delegacia de Campinas.

Este estudo busca analisar o papel das fontes alternativas de energia na promoção do desenvolvimento regional, com foco na diversificação da matriz elétrica brasileira, que se destaca por sua composição majoritariamente renovável.

A matriz energética brasileira é um caso notável de sustentabilidade em um cenário global ainda amplamente dependente de combustíveis fósseis. Em contraste com a média mundial, o Brasil possui uma matriz em que mais de 80% da energia elétrica provém de fontes renováveis, como a hidráulica, eólica, solar e biomassa.

Este trabalho pretende explorar como essa diversificação pode ser ampliada, contribuindo para o desenvolvimento regional sustentável e para a segurança energética do país. A escolha das fontes alternativas de energia não é apenas uma questão ambiental, mas também econômica e social.

A implementação dessas fontes gera uma série de benefícios que vão além da simples produção de energia. A geração de empregos, a inovação tecnológica, a redução dos custos de produção a longo prazo e a promoção da inclusão social são alguns dos impactos positivos decorrentes do incremento das energias renováveis. Esses aspectos serão amplamente discutidos ao longo deste trabalho.

Historicamente, o setor elétrico brasileiro passou por várias fases de desenvolvimento, desde o uso inicial de fontes não renováveis até a atual predominância de fontes renováveis. A análise histórica deste trabalho inclui marcos significativos, como a criação da Eletrobras, a implementação de políticas de incentivo às energias renováveis e a recente evolução da geração distribuída. Esses eventos mostram uma trajetória de progresso e adaptação às novas exigências energéticas e ambientais.

O desenvolvimento deste estudo segue uma metodologia de planejamento da Escola Superior de Guerra (ESG). A primeira fase, denominada Fase de Diagnóstico, envolve a compreensão detalhada dos ambientes externo e interno.

Essa análise inclui a identificação de tendências, como a ascensão das energias renováveis, a descentralização da geração e a digitalização do setor. Essas tendências são cruciais para entender as transformações e planejar um futuro energético sustentável.

A diversificação da matriz elétrica não é apenas uma estratégia ambiental, mas também um movimento estratégico que fortalece a expressão de poder econômico do Brasil. A redução da dependência de combustíveis fósseis e a adoção de tecnologias limpas colocam o país em uma posição de destaque no cenário internacional, atraindo investimentos e aumentando a competitividade econômica.

Para alcançar os objetivos estabelecidos, este estudo analisa detalhadamente as políticas públicas de fomento e incentivo à geração de energia solar e eólica, bem como as barreiras enfrentadas para sua expansão no Brasil. A análise inclui a investigação das condições econômicas, sociais e tecnológicas que influenciam o desenvolvimento. A integração dessas políticas com a regulação vigente, conforme estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), fortalece a segurança jurídica necessária para atrair investimentos robustos no setor energético.

Nesse contexto, a atuação do Decisor Estratégico se revela crucial. No cenário nacional, a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) estabelece um arcabouço claro para a exploração desse recurso, conferindo à União a competência exclusiva para autorizar, conceder ou permitir a exploração de energia elétrica. Esta disposição constitucional delimita claramente a responsabilidade federativa e a coordenação necessária para garantir uma gestão eficaz e integrada desse recurso estratégico.

Portanto, esta introdução não apenas contextualiza a importância das fontes alternativas de energia para o desenvolvimento regional, mas também prepara o terreno para uma análise detalhada e fundamentada ao longo do trabalho. Ao investigar as alternativas energéticas viáveis e seus impactos, este estudo visa contribuir para a criação de políticas mais eficientes, reforçando a resiliência energética e alinhando-se diretamente aos Objetivos de Estado e de Governo.

1. FASE DE DIAGNÓSTICO

Para realizar um diagnóstico preciso sobre "fontes alternativas de energia e o desenvolvimento regional", foi utilizada a metodologia de planejamento estratégico. Este estudo delimitará o escopo às fontes alternativas de energia elétrica, com foco na diversificação da matriz elétrica, que se refere às fontes usadas para gerar eletricidade (EPE, 2024c).

A diversificação das fontes de energia fortalece a economia, gera empregos, fomenta a inovação tecnológica e reduz os custos de produção de energia a longo prazo (EPE, 2023). Na COP28, em Dubai, foi destacada a necessidade de uma transição energética justa e equitativa (WOOD MACKENZIE, 2023). No Brasil, 84,8% da matriz elétrica é renovável, comparado a 28,1% no cenário mundial (EPE, 2023).

A utilização de fontes alternativas de energia contribui para a sustentabilidade ambiental, econômica e social. A diversificação da matriz elétrica representa uma oportunidade estratégica, reduzindo a dependência de fontes tradicionais e importações de combustíveis. Políticas públicas que incentivem o uso de fontes renováveis podem consolidar a posição do Brasil como líder global, atraindo investimentos (VICHI; MANSOR, 2009).

O Bem Comum é o princípio central que norteia as políticas públicas e o desenvolvimento no Brasil. O estudo visa promover a qualidade de vida da população e preservar os recursos naturais para as futuras gerações (VICHI; MANSOR, 2009). Incentivar a diversificação da matriz elétrica, reduzindo a dependência de hidrelétricas, está alinhado com a busca pelo Bem Comum, garantindo segurança energética, energia limpa, acessível e economicamente viável.

Os Objetivos Fundamentais do Brasil incluem assegurar o desenvolvimento nacional, erradicar a pobreza e reduzir desigualdades sociais e regionais. A democratização do acesso à energia contribui significativamente para esses objetivos. A ampliação do uso de fontes alternativas de energia fortalece a autonomia do país (EPE, 2023c). Os Objetivos de Governo se concentram em implementar políticas públicas eficientes para promover o desenvolvimento socioeconômico e a inclusão social.

A integração dessas políticas com a regulação vigente, conforme estabelecido pela ANEEL, fortalece a segurança jurídica necessária para atrair investimentos

robustos no setor energético. A atuação do Decisor Estratégico é crucial para alinhar as estratégias de desenvolvimento energético com os objetivos mais amplos de sustentabilidade e crescimento econômico.

A CF88 estabelece um arcabouço claro para a exploração de energia elétrica. O Artigo 21 confere à União a competência exclusiva para autorizar, conceder ou permitir a exploração de energia elétrica e o aproveitamento dos cursos de água. Além disto, atribui à União a competência privativa para legislar sobre energia. A Lei nº 9.427/1996 instituiu a ANEEL, responsável por regular e fiscalizar o setor elétrico.

O papel do Decisor Estratégico envolve a análise criteriosa das implicações de longo prazo das decisões sobre energia elétrica e a aplicação dos princípios constitucionais e legais que regem o setor (ESG, 2023). O Estado Brasileiro tem mostrado bons resultados na expansão do setor de geração de energia alternativas, mas ainda há desafios a serem superados. O presente trabalho busca identificar meios para que a União incentive o fomento, a expansão e desenvolvimento das fontes alternativas de energia, assegurando sua utilização igualitária pela sociedade (ESG, 2023).

1.1. ANÁLISE DO AMBIENTE

1.1.1. ANTECEDENTES

A energia é um conceito multifacetado que permeia todos os aspectos da existência humana e do universo em si. Originária de diversas fontes, sua presença é vital para as mais variadas atividades. Ao longo da história, diferentes formas de energia foram dominadas e utilizadas para suprir necessidades básicas e impulsionar o desenvolvimento da humanidade. Atualmente, a energia está intrinsecamente ligada ao cotidiano, sendo utilizada em uma infinidade de contextos. As escolhas energéticas têm consequências diretas sobre o meio ambiente e o futuro do planeta (EPE. 2024d).

Portanto, pode-se observar que a energia é um conceito amplo e complexo, presente em diversas formas na natureza e na vida cotidiana das pessoas, sendo essencial para o funcionamento da sociedade moderna. A energia que utilizamos diariamente pode ser obtida de diversas fontes, cada uma com suas características

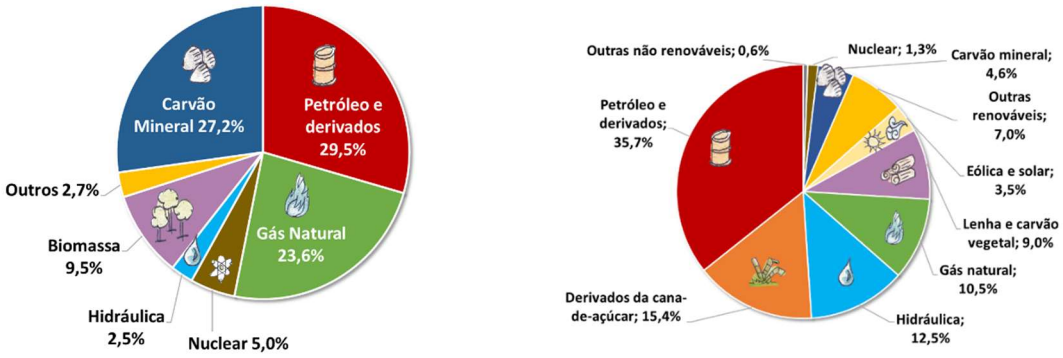
específicas. As fontes de energia são classificas em dois tipos: renováveis e não renováveis.

1.1.1.1. MATRIZ ENERGÉTICA X MATRIZ ELÉTRICA

A matriz energética e a matriz elétrica são dois conceitos fundamentais quando falamos sobre a origem e utilização da energia. A matriz energética abrange todas as fontes de energia utilizadas em uma determinada região ou país para suprir diversas necessidades, desde o abastecimento de veículos até a produção de eletricidade. Já a matriz elétrica é uma parte específica da matriz energética, representando apenas as fontes empregadas na geração de energia elétrica (EPE, 2024c).

Portanto, percebe-se que a matriz elétrica é uma parcela específica dentro da matriz energética, sendo responsável pela produção da energia. A geração global de energia elétrica, predominantemente ancorada em combustíveis fósseis como carvão e gás natural, destaca-se nas termelétricas. No entanto, as fontes renováveis, como solar, eólica e geotérmica, são responsáveis por apenas 2,7% da matriz energética mundial. Quando somadas à energia hidráulica e à biomassa, as fontes renováveis representam aproximadamente 15% do total.

DESENHO 01 – MATRIZ ENERGÉTICA | MUNDIAL X BRASILEIRA



Matriz Energética Mundial (2021) **Matriz Energética Brasileira (2022)**

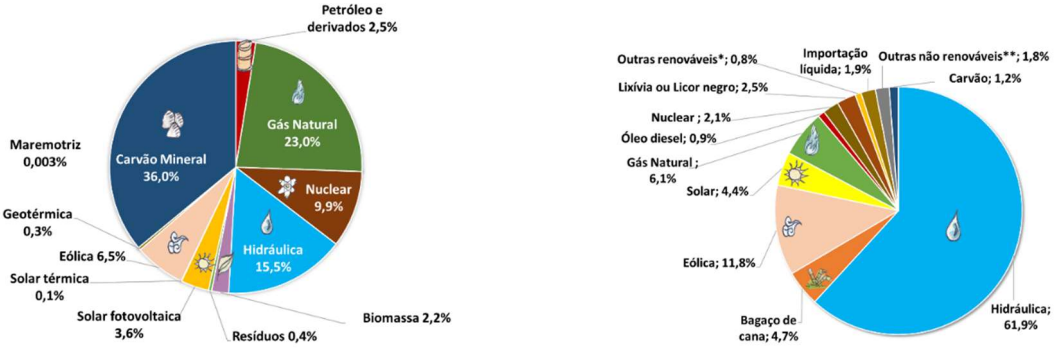
Fonte: EPE (2024c)

Em contraste, a matriz energética brasileira se diferencia significativamente da mundial. No país, as fontes renováveis têm uma participação muito maior. Ao combinar lenha e carvão vegetal, energia hidráulica, derivados da cana-de-açúcar, energia eólica, energia solar e outras fontes renováveisrepresentam 47,4% da matriz energética nacional, quase metade do total. Comparando o consumo de energia

proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo, observa-se que a matriz energética brasileira é significativamente mais renovável do que a matriz mundial, respectivamente 44,8% e 14,7%. Essa característica é crucial, pois as fontes não renováveis de energia são as pela emissão de gases de efeito estufa.

Devido ao maior uso de fontes renováveis em nosso país em comparação com muitos outros países, quando dividimos a emissão de gases de efeito estufa pelo número de habitantes, o Brasil apresenta uma emissão per capita menor do que os demais. Isso destaca a importância da matriz mais limpa na mitigação das mudanças climáticas.

DESENHO02 – MATRIZ ELÉTICA | MUNDIAL X BRASILEIRA



Matriz Elétrica Mundial (2021) **Matriz Elétrica Brasileira (2022)**

Observações: * incluindo lenha, biodiesel e outras renováveis; ** incluindo óleo combustível, gás de coqueria, outras secundárias e outras não renováveis; Lixívia ou Licor negro: fluido proveniente do processo de cozimento da madeira no processo de extração de celulose e que é utilizado como combustível em termelétricas.

Fonte: EPE (2024c)

A matriz elétrica brasileira, como demonstrado no Desenho 2, destaca-se por ser ainda mais renovável do que a matriz energética mundial, respectivamente 84,8% e 28,1%. Isso se deve em grande parte à contribuiçãodas usinas hidrelétricas, que são uma fonte de energia renovável dominante no país. Além disso, a energia eólica tem crescido consideravelmente, reforçando a predominância de fontes renováveis.

Além disto, é interessante notar que no Desenho 2 a evolução da geração distribuída, que se refere à produção de eletricidade por meio de placas solares instaladas em telhados de casas, shoppings e estacionamentos. A geração distribuída tem apresentado um crescimento notável no Brasil. Este cenário é positivo para o Brasil, uma vez que as fontes renováveis de energia não só tendem a

ter custos operacionais menores, mas também emitem menos gases de efeito estufa.

1.1.1.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SETOR ELÉTRICO

No Brasil, as primeiras iniciativas com energia elétrica ocorreram ainda na época imperial, contemporâneas das realizadas na Europa e nos Estados Unidos (Brandi, 2022). Os avanços significativos ocorreram após Thomas Edison introduzir suas invenções no país. A primeira instalação permanente de iluminação elétrica foi inaugurada em 1879 na Estação Central da Estrada de Ferro/RJ. Em 1883, D. Pedro II inaugurou em Campos/RJ o primeiro serviço público de geração de energia elétrica na América do Sul, com uma unidade térmica de 52 kW.

Gomes e Vieira (2009) analisaram os fatos históricos do setor elétrico entre período de 1880 e 2002, observando os denominados incidentes críticos, ou acontecimentos que de alguma forma provocaram relevantes transformações no campo organizacional deste setor. Para ilustrar cada uma destas etapas, apresenta-se a seguir um breve resumo e a correspondente linha do tempo com os principais acontecimentos, como observado por Gomes e Vieira (2009), quais sejam:

I. Período de 1880 a 1930 — monopólio privado

Para Gomes e Vieira (2009), a energia elétrica surgiu em 1880 no Brasil, coincidindo com seu uso comercial no exterior. Até o final de 1890, poucas empresas forneciam energia para serviços públicos e industriais, refletindo a falta de organização no setor. Com a chegada dos grupos Light e Amforp em 1899 e 1927, respectivamente, houve uma rápida expansão, consolidando um mercado dominado por essas empresas. Entre 1890 e 1930, a capacidade instalada cresceu exponencialmente, atendendo às necessidades crescentes do país e estabelecendo as bases para o desenvolvimento.

II. Período de 1931 a 1945 — presença do Estado

A crise de 1929 e a subsequente Revolução de 1930 no Brasil, liderada por Getúlio Vargas, marcaram mudanças significativas no setor elétrico. O Estado

assumiu um papel central, centralizando a concessão de exploração hidráulica e promulgando regulamentações como o Código de Águas. Apesar da estagnação dos investimentos estrangeiros a partir dos anos 1930, o governo Vargas restringiu a atuação das empresas estrangeiras e incentivou o mercado interno. A criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica e da Companhia Hidrelétrica do São Francisco refletiu a crescente intervenção estatal para suprir as demandas energéticas do país, embora os recursos ainda fossem insuficientes.

III. Período de 1946 a 1962 — Estado indutor

Após a Segunda Guerra Mundial, houve mudanças políticas no Brasil, incluindo a deposição do regime de Vargas e a eleição de Dutra. Durante o governo de Dutra, o setor elétrico permaneceu estável. Com a volta de Vargas em 1951, iniciou-se um período de desenvolvimento econômico, marcado pela criação da Comissão Mista Brasil-EUA e do BNDE. No entanto, a suspensão das atividades da Comissão pelos EUA limitou os investimentos estrangeiros, levando Vargas a buscar financiamento interno. O governo Kubitschek focou no crescimento econômico, com investimentos no setor elétrico e a criação da Eletrobrás em 1962, impulsionando significativamente a capacidade instalada. O Estado desempenhou um papel crucial nesse crescimento.

IV. Período de 1963 a 1979 — modelo estatal

Após a criação da Eletrobrás, o regime militar brasileiro, estabelecido em 1964, promoveu um período de desenvolvimento econômico, conhecido como "milagre brasileiro", apoiando-se em recursos financeiros externos. O setor elétrico foi favorecido com medidas como a correção monetária e o reajuste das tarifas, aumentando os recursos disponíveis para investimentos. A nacionalização do setor começou com a aquisição das empresas do grupo Amforp e culminou com a compra da Light em 1979. A Eletrobrás tornou-se a principal organização do setor, influenciando as empresas geradoras controladas, enquanto os estados exerciam sua influência por meio de suas empresas de distribuição. Os fornecedores de bens e serviços também desempenharam um papel significativo, impulsionando a economia nacional. Com a construção de Itaipu e o início do programa nuclear, o

Brasil delineou sua matriz energética futura. Ao final de 1979, o campo organizacional do setor elétrico estava institucionalizado, refletindo um aumento expressivo na capacidade instalada.

V. Período de 1980 a 1992 — crise institucional

Após os choques do petróleo em 1973 e 1979, o Brasil enfrentou uma série de desafios econômicos que afetaram fortemente o setor elétrico nacional. A maxidesvalorização do cruzeiro em 1979 e a elevação das taxas de juros internacionais prejudicaram o crescimento econômico, levando à paralisação de obras e projetos no setor elétrico. A moratória do México em 1982 agravou a crise, resultando em dificuldades financeiras para as empresas do setor devido ao grande endividamento externo. O congelamento das tarifas e a equalização tarifária agravaram ainda mais a situação, levando a debates sobre um novo modelo institucional durante o "Revise" em 1987. Com a redemocratização do país em 1988, a inadimplência das empresas estaduais agravou a crise, culminando em uma situação de insolvência no final de 1992. Apesar dos desafios, o campo organizacional do setor elétrico já estava institucionalizado, com as principais organizações defendendo interesses e estabelecendo alianças.

VI. Período de 1993 a 2002 — modelo híbrido

Ao assumir a presidência em 1992, Itamar Franco enfrentou uma severa crise no setor elétrico brasileiro. A Lei nº 8.631/93 foi promulgada para como tentativa solucionar a crise, eliminando a equalização tarifária e possibilitando a conciliação dos débitos e créditos do setor. Em 1995, a Lei das Concessões deu início à privatização do setor elétrico, com a venda de empresas como Escelsa, Light e CERJ. Outras medidas incluíram a criação do ONS, a transferência do financiamento do setor para o BNDES e a inclusão da Eletrobrás no Programa Nacional de Desestatização.

Diante da iminência do racionamento de energia, em 2001 foi criada a Câmara de Gestão da Crise de Energia. No final de 2002, apesar do progresso na privatização, ainda havia empresas estatais atuando na geração e transmissão de energia. O campo organizacional do setor estava mais institucionalizado, com

diversos atores, incluindo a Aneel, concessionárias estatais e privadas, o ONS e fornecedores de serviços. A capacidade instalada do país cresceu apenas 36,17% de 1992 a 2002, refletindo a falta de investimentos.

Para Gomes e Vieira (2009), a relação entre a disponibilidade de recursos investidos no setor elétrico e o modelo institucional vigente é fundamental para entender sua evolução ao longo do tempo. Observou-se que durante os períodos com elevados investimentos, o país aumenta sua capacidade de geração de energia de forma significativa. Por outro lado, períodos de investimentos baixos podem resultar em crises energéticas, como os episódios de racionamento em 1937 e 2001.

No contexto brasileiro, a disponibilidade de recursos financeiros é um fator crucial para o desenvolvimento do setor elétrico e, consequentemente, para o progresso do país. A trajetória do setor é moldada não apenas pela quantidade de recursos disponíveis, mas também pela ideologia política do governo. Assim, tanto os investimentos financeiros quanto as políticas governamentais desempenham um papel significativo na formação e estruturação do setor elétrico ao longo do tempo.

VII. Período de 2003 a 2024 — enfrentamento e transformação

Em complemento aos estudos de Gomes e Vieira (2009), pretende-se apresentar a análise dos incidentes críticos que transformaram o setor elétrico brasileiro entre 2003 e 2024, período denominado "Enfrentamento e Transformação". Este intervalo foi marcado por reformas significativas, crises e avanços, refletindo os desafios do Brasil na modernização e diversificação de sua matriz energética, ao mesmo tempo em que enfrentava crises econômicas.

Após o apagão de 2001, medidas cruciais foram adotadas para evitar futuros colapsos, incluindo a criação do Programa Luz para Todos e a fundação da EPE e da CCEE. O PROINFA promoveu fontes renováveis e o novo marco regulatório trouxe competitividade e transparência. Projetos como as usinas de Santo Antônio e Belo Monte demonstraram o compromisso com a expansão da capacidade de geração.

Crises, como a hídrica de 2019 e a pandemia de COVID-19, evidenciaram a necessidade de resiliência. A criação da CREG e o Novo Marco Legal do Setor Elétrico visaram modernizar a regulamentação e atrair investimentos. A privatização

da Eletrobras e a expansão das energias renováveis reforçaram o compromisso do Brasil com a diversificação da matriz energética.

A modernização contínua e a busca por sustentabilidade permanecem prioritárias, refletindo as medidas estratégicas e os desafios superados para desenvolver um setor elétrico mais robusto e sustentável, demonstrando a resiliência e o compromisso do país com um futuro energético sustentável.

1.1.2. TENDÊNCIAS DE PESO

As tendências de peso são disposições naturais que orientam variáveis a mover-se consistentemente em direção a situações ou resultados esperados (ESG, 2023). No contexto da matriz elétrica brasileira, identificar e analisar essas tendências é essencial para entender as transformações em curso e planejar um futuro energético.

- **Ascensão das Energias Renováveis (TP 1)**. A matriz elétrica brasileira é predominantemente renovável, com destaque para hidrelétricas e biomassa da cana-de-açúcar (VICHI; MANSOR, 2009). Mais de 3/4 da energia elétrica no Brasil vem de fontes renováveis, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis. As fontes renováveis têm crescido significativamente, aproximando-se do objetivo do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) de atingir 90% de renovabilidade, incluindo hidráulica, biomassa, eólica e solar. Essa expansão reflete a capacidade do Brasil de usar suas reservas naturais para uma transição energética (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).
- **Leilões de Energia (TP 2).** Os leilões de energia no Brasil têm sido essenciais para promover fontes renováveis. O país tem grande potencial para energia solar e eólica (NASCIMENTO; MENDONÇA; CUNHA, 2012). Leilões específicos para essas fontes incentivam investimentos e desenvolvimento tecnológico, demonstrando a viabilidade econômica das energias renováveis e diversificando a matriz elétrica (Aquila et al., 2017). Leilões de energia eólica, especialmente no Nordeste, têm superado hidroelétricas e mostram resultados promissores (NASCIMENTO; MENDONÇA; CUNHA, 2012).

- **Descentralização da Geração de Energia (TP 3).** A descentralização da geração de energia está crescendo no Brasil, com pequenas centrais geradoras distribuídas (PCGs) e a microgeração ganhando espaço. Isso oferece maior resiliência ao sistema elétrico e reduz perdas de transmissão (Pinto, 2023). Esse modelo é vantajoso em regiões remotas, onde a infraestrutura de transmissão é limitada, e promove a democratização da energia, permitindo que consumidores se tornem produtores, ou "prosumidores" (VILLAS-BÔAS et al., 2023). Políticas de incentivo e regulamentações favoráveis facilitam a instalação de sistemas de energia renovável em residências e empresas, contribuindo para a sustentabilidade e a segurança energética.
- **Armazenamento de Energia (TP 4).** O armazenamento de energia é crucial para a matriz elétrica. Tecnologias de baterias estão se tornando mais viáveis economicamente, permitindo o armazenamento de fontes intermitentes, como solar e eólica (EPE, 2020). Esse avanço é fundamental para a estabilidade do sistema elétrico e a integração de mais energias renováveis. A pesquisa e desenvolvimento em tecnologias de armazenamento estão avançando rapidamente, otimizando a infraestrutura existente e adiando investimentos em novas capacidades de geração e transmissão (TOLMASQUIM, 2017).
- **Digitalização e Tecnologias Inteligentes (TP5).** A digitalização e a implementação de tecnologias inteligentes estão transformando a matriz elétrica. Sistemas de medição inteligente, redes elétricas inteligentes e automação melhoram a eficiência e a gestão da demanda (AZUELA; BARROSO, 2014). Essas tecnologias permitem melhor integração das fontes renováveis e uma resposta mais ágil a flutuações na oferta e demanda de energia. Aplicativos e plataformas digitais facilitam o monitoramento do consumo e a participação em programas de eficiência energética (BRADSHAW, 2023). A transformação digital é essencial para a modernização do setor, aumentando a resiliência e a sustentabilidade da matriz energética.
- **Mudanças Regulatórias (TP 6).** Mudanças regulatórias estão sendo implementadas para adaptar o setor elétrico às novas realidades energéticas. Regulamentações favoráveis às energias renováveis e à geração distribuída

são essenciais para promover um ambiente de investimento seguro e atrativo (ALTOÉ et al., 2017). Essas mudanças são necessárias para alinhar o marco regulatório às tendências tecnológicas e de mercado.

- **Integração Regional e Mercados de Energia (TP 7).** A integração regional e a criação de mercados de energia são tendências importantes para aumentar a segurança energética e a eficiência no uso dos recursos. A integração dos mercados da América do Sul pode proporcionar benefícios econômicos e operacionais significativos, permitindo o compartilhamento de recursos e a otimização da geração e distribuição (CASTRO; ROSENTAL; GOMES, 2009).
- **Eletrificação dos Transportes (TP 8).** A eletrificação dos transportes é uma tendência global que está começando a ganhar força no Brasil. A adoção de veículos elétricos e a expansão da infraestrutura de carregamento são essenciais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e diminuir a dependência de combustíveis fósseis (SIMIONI; GUIMARÃES, 2023).

1.1.3. MEGA-TENDÊNCIAS

Embora algumas forças transformadoras não sejam novas, elas vêm modificando rapidamente o mundo e influenciando a maneira como as pessoas se relacionam. Estas tendências irão moldar o mundo nas próximas décadas, afetando as relações, os comportamentos e o ambiente (MATSUMOTO, 2022). As megatendências são eventos de grande escala similares às tendências de peso, mas com um impacto ainda mais significativo na sociedade. As megatendências mantêm seu comportamento e trajetória ao longo de um extenso intervalo de tempo, resistindo aos fatos portadores de futuro e fatos naturais. Algumas megatendências consideradas:

- **Avanço Tecnológico.** A rápida evolução da tecnologia cria novos mercados e gera disrupções em vários setores, transformando as interações entre empresas e consumidores (BLACKROCK, 2018).
- **Rápida Urbanização.** A migração crescente para áreas urbanas exige novas infraestruturas e serviços urbanos, afetando o planejamento e a gestão das cidades (ROLAND BERGER, 2020).

- **Mudança do Poder Econômico.** A transferência de poder econômico para regiões como a Ásia redefine relações comerciais e de poder, criando novas dinâmicas econômicas globais (KEARNEY, 2020).
- **Mudanças Climáticas e Escassez de Recursos.** As mudanças climáticas e a escassez de recursos naturais impõem desafios significativos, tornando urgente o desenvolvimento de soluções sustentáveis (Z_PUNKT, 2021).
- **Mudanças Demográficas e Sociais.** Transformações nos perfis demográficos, como o envelhecimento, influenciam as demandas por produtos, serviços e a estrutura do mercado de trabalho (ROLAND BERGER, 2020).
- **Transformação Digital e Conectividade.** A interconectividade crescente e o uso de tecnologias digitais impulsionam a transformação em vários setores. IoT, IA e big data permitem uma gestão mais eficiente das redes elétricas (MATSUMOTO, 2022).
- **Economia Circular.** A transição para uma economia circular, com foco em reutilização, reciclagem e redução de resíduos, impacta o setor elétrico, promovendo práticas sustentáveis e tecnologias de energia renovável (MATSUMOTO, 2022).
- **Segurança Cibernética.** Com a digitalização, a segurança cibernética tornou-se crucial. Proteger infraestruturas críticas de energia contra ataques cibernéticos é fundamental para a continuidade do fornecimento (VENKATACHARY; PRASAD; SAMIKANNU, 2020).
- **Fortalecimento do Consumidor.** Os consumidores demandam transparência, controle e opções personalizadas no uso de energia. Tecnologias como medidores inteligentes e sistemas de gerenciamento de energia residencial empoderam consumidores e mudam a dinâmica (MATSUMOTO, 2022).

A análise das megatendências revela um cenário de transformações profundas e interconectadas que moldarão o futuro do setor elétrico brasileiro. A ascensão das energias renováveis e a economia circular destacam-se pela capacidade de promover a sustentabilidade e a redução da dependência de combustíveis fósseis, alinhando-se às políticas globais de mitigação das mudanças climáticas. A transformação digital e a conectividade estão redefinindo a dinâmica do

mercado energético, proporcionando maior transparência e controle para os usuários finais.

A rápida urbanização e a mudança do poder econômico reforçam a necessidade de novas infraestruturas e serviços urbanos, impulsionando o planejamento estratégico para acomodar as mudanças demográficas e socioeconômicas. As mudanças climáticas e escassez de recursos trazem desafios significativos, exigindo soluções inovadoras para garantir a segurança e a continuidade do fornecimento de energia.

Em conjunto, estas megatendências exigem uma abordagem integrada, que leve em consideração as expressões do poder político, econômico, psicossocial, científico-tecnológico e militar, para garantir um desenvolvimento energético sustentável, resiliente e alinhado com os objetivos de longo prazo da sociedade brasileira.

1.1.4. ATORES SOCIAIS OU STAKEHOLDERS

No Brasil, há vários atores que desempenham um papel ativo na transição energética para um modelo de produção de energias renováveis, quais sejam:

- **O Estado (Ator 1).** Compete à União explorar, direta ou indiretamente, os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidrelétricos (CF, art. 21, XII, ‘b’). A União também explora serviços e instalações nucleares, exercendo monopólio sobre a pesquisa, enriquecimento, industrialização e comércio de minérios nucleares (CF, art. 21, XXIII). O MME elabora políticas nacionais de aproveitamento de recursos hídricos, eólicos, fotovoltaicos e outras fontes para energia elétrica (Lei 14.600/2024, art. 37, II). A ANEEL, vinculada ao MME, regula, fiscaliza e promove atividades relacionadas à energia elétrica (Lei 9.427/96; Decreto nº 2.335/97). A EPE realiza estudos e pesquisas para subsidiar o planejamento do setor energético (Lei 10.847/2003). A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis regula atividades relacionadas a combustíveis (Lei 9.478/97). A Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional, criada pela Lei nº 14.182/2021, é responsável pela operação de

usinas nucleares e outras funções antes atribuídas à Eletrobras (BRASIL, 1988).

- **Empresas Privadas de Energia (Ator 2).** Entre as empresas privadas de destaque estão ENGIE, CPFL Energia e AES Brasil, que atuam em geração, distribuição e comercialização de energia, com ênfase em fontes renováveis e de baixas emissões de gases de efeito estufa. Empresas de autoprodução produzem energia elétrica para consumo próprio e podem comercializar excedentes, tornando-se mais competitivas. Este modelo é incentivado pela ANEEL e faz parte do Programa de Eficiência Energética (PEE), que promove o uso eficiente da energia elétrica e a redução de desperdícios. Além disso, empresas privadas participam do Mercado Livre de Energia, onde consumidores de média ou alta tensão podem negociar diretamente com geradores e comercializadores, obtendo maior previsibilidade e controle.
- **ONGs - Organizações Não Governamentais (Ator 3).** ONGs exercem um papel crucial na influência da opinião pública e na formulação de políticas. Exemplos incluem o Instituto Socioambiental, Greenpeace, WWF-Brasil, Observatório do Clima e Instituto Clima e Sociedade. Essas organizações promovem políticas públicas sustentáveis, conservação ambiental, desenvolvimento sustentável e a transição para energias renováveis.
- **Universidades e Institutos de Pesquisa (Ator 4).** As universidades e institutos de pesquisa desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de tecnologias e na promoção de conhecimento sobre energias renováveis. Destacam-se: Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo; Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da Universidade Estadual de Campinas; Laboratório Fotovoltaico e de Energia Solar e Laboratório de Energias Renováveis e Aceitação Social, ambos da Universidade Federal de Santa Catarina; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais; Laboratório de Energia Eólica, Laboratório de Energia Solar e Laboratório de Energia Limpa, todos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1.1.5. ANÁLISE DO AMBIENTE EXTERNO

Há diversas ameaças no cenário internacional que podem prejudicar o aumento da participação das energias renováveis na matriz energética brasileira, impactando negativamente o desenvolvimento regional no Estado de São Paulo.
Entre as ameaças, destacam-se: impactos das mudanças climáticas no sistema elétrico brasileiro, dependência de tecnologia estrangeira para a produção de energias renováveis e dependência das commodities energéticas de outros países para produzir as tecnologias necessárias à implantação de energias renováveis.

Mudanças Climáticas.

As mudanças climáticas afetam significativamente a produção de energia elétrica no Brasil, predominantemente baseada em fontes renováveis, especialmente hidrelétricas. A variabilidade climática e eventos extremos comprometem a segurança energética nacional. O INPE destaca a vulnerabilidade da infraestrutura de geração de energia às mudanças climáticas, com a disponibilidade de água impactando diretamente a produção hidrelétrica, reduzindo a capacidade durante secas prolongadas (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015).

A EPE enfatiza a necessidade de fortalecer a resiliência do setor elétrico, diversificar a matriz energética e investir em tecnologias que aumentem a eficiência e flexibilidade do sistema (EPE, 2024c). A falta de estratégias climáticas pode fragilizar o setor, destacando a importância de políticas públicas que integrem adaptação climática nos planos de expansão e operação (OCDE, 2020).

Dependência de Tecnologia Estrangeira

A dependência de tecnologia estrangeira impacta a transição energética do Brasil. Aquila et al. (2017) apontam que os projetos renováveis no país dependem de tecnologias estrangeiras, apesar das políticas de conteúdo local. Políticas complementares de ciência, tecnologia e inovação são necessárias para que as energias renováveis contribuam para o desenvolvimento nacional.

Incentivos financeiros e a política de conteúdo local do BNDES atraíram empresas internacionais de energia eólica e estimularam a produção doméstica. A demanda crescente e as políticas de conteúdo local aumentaram os fornecedores de energia eólica no Brasil, de um em 2008 para 25 em 2021.

Dependência de Commodities Energéticas

A dependência do Brasil de commodities energéticas estrangeiras para tecnologias de energias renováveis é crescente. Segundo Abrão (2022), tecnologias como painéis solares e turbinas eólicas requerem materiais críticos, como metais de terras raras, concentrados na China, que detém 37% das reservas e 58% da produção mundial. Além disso, materiais como lítio, índio e cobalto, essenciais para baterias e eletrônicos, estão geograficamente concentrados, gerando dependências similares às do petróleo, com a China desempenhando um papel dominante.

Cooperação Internacional e Oportunidades

O Brasil tem oportunidades no sistema internacional para impulsionar as energias renováveis. A cooperação internacional é crucial para construir redes elétricas multinacionais, permitindo a interconexão e o comércio de eletricidade. A construção dessas redes é central no cenário geopolítico, criando vulnerabilidades e oportunidades de interdependência benéfica. A aceleração das mudanças climáticas favorece a transição energética, criando condições políticas para promover energias menos poluentes. A crescente ameaça climática pressiona os Estados a ampliarem o uso de energias renováveis (ABRÃO, 2022).

Exportação de Biocombustíveis

O Brasil é líder mundial na utilização e promoção de biocombustíveis, especialmente etanol. Desde o Programa Proálcool na década de 1970, o país desenvolveu uma robusta indústria de biocombustíveis, retomando o protagonismo a partir de 2000 com incentivos ao etanol e ao biodiesel (ABRÃO, 2022). A exportação oferece significativas oportunidades no mercado internacional.

1.1.6. ANÁLISE DO AMBIENTE INTERNO

O Brasil, com dimensões continentais e riqueza em recursos naturais, tem características favoráveis ao aumento das energias renováveis na matriz energética.

A abundância de recursos naturais, a expertise tecnológica e a significativa participação de energias renováveis na matriz elétrica destacam o potencial do país em liderar a transição energética sustentável. O Estado de São Paulo, com infraestrutura desenvolvida e capacidade de inovação, desempenha um papel crucial, impulsionando o desenvolvimento regional.

Recursos Naturais Abundantes

O Brasil possui abundantes recursos naturais, como luz solar, vento e biomassa, essenciais para a geração de energia limpa. Essa disponibilidade permite diversificar a matriz energética, reduzindo a dependência de fontes fósseis e aumentando a participação das energias renováveis, como solar, eólica, hidrelétrica e biomassa. Costa e Santos (2017) destacam que a alta incidência solar no Brasil torna a energia solar uma alternativa promissora. A busca pela inserção da energia solar na matriz energética mundial resultou em um aumento de 395% na produção primária de energia solar entre 2003 e 2013, com um crescimento de 56% nas fontes renováveis e 17% na produção total de energia no mesmo período (COSTA e SANTOS, 2017).

Energia Solar e Eólica

O desenvolvimento da energia solar fotovoltaica pode diversificar significativamente a matriz elétrica brasileira, preservando fontes tradicionais e economizando combustíveis fósseis. Costa e Santos (2017) destacam o Brasil como um mercado potencial para a geração solar devido à intensa irradiação solar e recente regulamentação da ANEEL. A energia eólica também se destaca, com a ABEEólica relatando 904 usinas e 25,63 GW de potência instalada ao final de 2022, um crescimento de 18,85% em relação a 2021. Em 2022, 109 novos parques eólicos foram instalados, somando 4,06 GW de nova capacidade, um recorde no Brasil.

Expertise Tecnológica

A expertise tecnológica brasileira no setor de energia renovável é crucial, com uma sólida base de conhecimento e inovação, especialmente em biocombustíveis,

energia solar e eólica. De Almeida, Longhi e Dos Santos (2018) destacam a biomassa como uma matriz energética limpa e renovável, com o Brasil liderando a utilização da cana-de-açúcar para geração de energia desde o Programa Proálcool na década de 1970.

O sucesso do Proálcool e a ascensão dos veículos flex-fuel evidenciam a capacidade tecnológica do Brasil em utilizar recursos naturais de maneira eficiente e exportar tecnologia. Essa capacidade permite ao Brasil não apenas utilizar seus recursos naturais de forma eficiente, mas também exportar tecnologia e conhecimento.

Infraestrutura e Políticas Públicas

Apesar dos pontos fortes, o Brasil enfrenta desafios que afetam o aumento das energias renováveis na matriz energética. Barreiras econômicas e não econômicas incluem incertezas políticas e regulatórias, procedimentos de licenciamento complicados, estruturas de preços não competitivos, falta de incentivos financeiros e desafios de infraestrutura.

Pagel, Campos e Carolino (2019) apontam que a falta de interação entre instituições de pesquisa e empresas, desconhecimento dos instrumentos de apoio, dificuldade de acesso a capital, falta de pessoal qualificado e burocracia excessiva são os maiores obstáculos para a evolução das fontes renováveis. Problemas de infraestrutura, como capacidade de conexão da rede e ausência de linhas de transmissão, também são desafios significativos.

Barreiras Econômicas

A falta de interesse de investidores públicos e privados é uma barreira significativa para o desenvolvimento das energias renováveis no Brasil. Pagel, Campos e Carolino (2019) destacam que o longo período de retorno do investimento, os custos de manutenção e construção e a ausência de tecnologia local especializada influenciam negativamente esse setor. Além disso, a necessidade de grandes investimentos iniciais e a intermitência das novas fontes de energia as tornam pouco atrativas. As regiões mais adequadas para a instalação de tecnologias renováveis estão muitas vezes distantes dos grandes centros, exigindo

extensas redes de transmissão, o que eleva os custos de conexão (PAGEL; CAMPOS; CAROLINO, 2019).

1.1.7. MATRIZ SWOT ENTRECRUZADA

A elaboração da matriz SWOT envolve a identificação dos pontos fortes e fracos (ambiente interno) com as oportunidades e ameaças (ambiente externo). Este processo permite identificar ações estratégicas que maximizem as forças e oportunidades, enquanto minimizam os pontos fracos e ameaças. Correlacionar forças e fraquezas internas com oportunidades e ameaças, proporcionando uma base sólida para a formulação de vetores estratégicos.

DESENHO 03 - MATRIZ SWOT

	Oportunidades (O)	**Ameaças (T)**
Ambiente Externo	**O1) Cooperação Internacional** **O2) Aceleração das Mudanças Climáticas** **O3) Exportação de Tecnologias Referentes ao Biocombustível** **O4) Desenvolvimento de Parcerias e Alianças** **O5) Inovação e Desenvolvimento Tecnológico Nacional**	**T1) Impactos das Mudanças Climáticas no Sistema Elétrico Brasileiro** **T2) Dependência de Tecnologia Estrangeira para a Produção de Energias Renováveis** **T3) Dependência das Commodities Energéticas de Outros Países** **T4) Vulnerabilidade às Flutuações no Mercado Global** **T5) Impacto Econômico de Barreiras Tarifárias e Regulamentações**
	Pontos Fortes (S)	**Pontos Fracos (W)**
Ambiente Interno	**S1) Abundância de Recursos Naturais** **S2) Alta capacidade de geração hidrelétrica** **S3) Crescimento da Energia Solar** **S4) Expansão da Energia Eólica** **S5) Expertise Tecnológica em Biocombustíveis** **S6) Diversidade da Matriz Energética** **S7) Potencial de Exportação de Biocombustíveis** **S8) Investimentos em Energia Renovável**	**W1) Dependência de Tecnologia Estrangeira** **W2) Longo Período de Retorno do Investimento** **W3) Incertezas Políticas e Regulatórias** **W4) Custos Altos de Investimento Inicial** **W5) Infraestrutura Deficiente** **W6) Burocracia Excessiva** **W7) Falta de Interação entre Pesquisa e Empresas** **W8) Aceitação Pública e Desempenho Inicial**

Fonte: Elaborado pelos Autores.

DESENHO 04 – MATRIZ SWOT ENTRECRUZADA

		Fatores Externos	
		Oportunidades (O)	**Ameaças (T)**
Fatores Internos	**Pontos Fortes (S)**	**Crescimento (Forças x Oportunidades)** - Utilizar a abundância de recursos naturais e a infraestrutura avançada para atrair investimentos internacionais e desenvolver parcerias estratégicas (S1; O1; O4). - Aproveitar a expertise tecnológica em biocombustíveis para liderar a exportação de tecnologias renováveis (S5; O3). - Promover a inovação tecnológica nacional através de programas como Inova Energia, potencializando a diversidade da matriz energética (S6; O5).	**Dissuasão (Forças x Ameaças)** - Mitigar os impactos das mudanças climáticas no sistema elétrico utilizando a alta capacidade de geração hidrelétrica e a expansão da energia eólica (S2; S4; T1). - Reduzir a dependência de tecnologia estrangeira investindo em pesquisa e desenvolvimento local (S5; T2). - Utilizar a infraestrutura avançada de São Paulo para minimizar as vulnerabilidades às flutuações no mercado global (S9; T4).
	Pontos Fracos (W)	**Reforço (Fraqueza x Oportunidades)** - Desenvolver inovação e tecnologias locais para reduzir a dependência de tecnologia estrangeira (W1; O5). - Estabelecer parcerias estratégicas internacionais para compartilhar custos e riscos, diminuindo o impacto dos altos investimentos iniciais (W4; O4). - Melhorar a interação entre pesquisa e empresas através de cooperação internacional e programas de inovação (W7; O1; O5).	**Defesa (Fraqueza x Ameaças)** - Implementar políticas públicas estáveis para diminuir as incertezas políticas e regulatórias (W3; T2). - Simplificar a burocracia para acelerar o desenvolvimento de projetos e reduzir o impacto de barreiras tarifárias e regulamentações (W6; T5). - Investir na expansão e modernização da infraestrutura para diminuir a dependência de commodities energéticas de outros países (W5; T3).

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A análise dos vetores estratégicos com foco na expressão econômica destaca a importância de políticas econômicas robustas, diversificação de investimentos, incentivo à inovação e estabilidade regulatória para promover a sustentabilidade e resiliência do setor energético brasileiro. Neste contexto, apresenta-se abaixo uma análise detalhada de cada vetor, focando na expressão econômica do poder.

Vetor Estratégico de Crescimento (Oportunidades x Forças).

Este vetor visa maximizar as forças internas e aproveitar as oportunidades externas, promovendo um crescimento sustentável e inovador no setor energético brasileiro.

1. **Utilizar a abundância de recursos naturais e a infraestrutura avançada para atrair investimentos internacionais e desenvolver parcerias estratégicas (S1; O1; O4).**
    - **Justificativa**: utilizar a abundância de recursos naturais e a infraestrutura avançada de São Paulo para atrair investimentos

internacionais e desenvolver parcerias estratégicas que promovam a interconexão e o comércio internacional de eletricidade, ampliando a cooperação e reduzindo riscos de conflitos.

2. **Aproveitar a expertise tecnológica em biocombustíveis para liderar a exportação de tecnologias renováveis (S5; O3)**
    - **Justificativa**: utilizar a expertise tecnológica em biocombustíveis, especialmente desenvolvida na região de Campinas, para liderar a exportação de tecnologias renováveis, fortalecendo a posição do Brasil no mercado global, promovendo o desenvolvimento sustentável e criando novas oportunidades econômicas para o interior de São Paulo.
3. **Promover a inovação tecnológica nacional através de programas, potencializando a diversidade da matriz energética (S6; O5)**
    - **Justificativa**: promover a inovação tecnológica nacional através de programas como Inova Energia, aumentando a diversidade da matriz energética e reduzindo a dependência de tecnologias estrangeiras, fortalecendo a indústria local e a competitividade do setor energético brasileiro.

Vetor Estratégico de Dissuasão (Forças x Ameaças)

Este vetor se concentra na redução das fraquezas internas e na mitigação das ameaças externas, garantindo a segurança e estabilidade do setor energético.

1. **Mitigar os impactos das mudanças climáticas no sistema elétrico utilizando a alta capacidade de geração hidrelétrica e a expansão da energia eólica (S2; S4; T1)**
    - **Justificativa**: mitigar os impactos das mudanças climáticas no sistema elétrico utilizando a alta capacidade de geração hidrelétrica e a expansão da energia eólica, garantindo a estabilidade do fornecimento energético e a resiliência do sistema elétrico no Estado de São Paulo.
2. **Reduzir a dependência de tecnologia estrangeira investindo em pesquisa e desenvolvimento local (S5; T2)**

- **Justificativa**: reduzir a dependência de tecnologia estrangeira investindo em pesquisa e desenvolvimento local, promovendo a autonomia tecnológica e fortalecendo a capacidade de inovação da região de Campinas.

3. **Utilizar a infraestrutura avançada de São Paulo para minimizar as vulnerabilidades às flutuações no mercado global (S9; T4)**
    - **Justificativa**: utilizar a infraestrutura avançada de São Paulo para minimizar as vulnerabilidades às flutuações no mercado global, fortalecendo a resiliência econômica e energética da região.

Vetor Estratégico de Reforço (Oportunidades x Fraquezas)

Este vetor se concentra em fortalecer os pontos fortes internos e mitigar as ameaças externas, garantindo a resiliência e a sustentabilidade do setor energético.

1. **Desenvolver inovação e tecnologias locais para reduzir a dependência de tecnologia estrangeira (W1; O5)**
    - **Justificativa Detalhada**: desenvolver inovação e tecnologias locais em São Paulo para reduzir a dependência de tecnologia estrangeira, aproveitando investimentos em pesquisa e desenvolvimento, promovendo a sustentabilidade e competitividade da indústria energética local.
2. **Estabelecer parcerias estratégicas internacionais para compartilhar custos e riscos, diminuindo o impacto dos altos investimentos iniciais (W4; O4)**
    - **Justificativa Detalhada**: estabelecer parcerias estratégicas internacionais para compartilhar custos e riscos, diminuindo o impacto dos altos investimentos iniciais e promovendo a atração de recursos e tecnologias para a região de Campinas.
3. **Melhorar a interação entre pesquisa e empresas através de cooperação internacional e programas de inovação (W7; O1; O5)**
    - **Justificativa**: melhorar a interação entre pesquisa e empresas através de cooperação internacional e programas de inovação, fortalecendo o ecossistema de inovação na região de Campinas e

promovendo o desenvolvimento de tecnologias energéticas avançadas.

Vetor Estratégico de Defesa (Ameaças x Fraquezas)

Este vetor foca na redução das fraquezas internas enquanto aproveita as oportunidades externas, promovendo a robustez e a inovação no setor energético.

1. **Implementar políticas públicas estáveis para diminuir as incertezas políticas e regulatórias (W3; T2)**
    - **Justificativa**: implementar políticas públicas para diminuir as incertezas políticas e regulatórias, criando um ambiente mais seguro e atraente para investimentos no setor energético.
2. **Simplificar a burocracia para acelerar o desenvolvimento de projetos e reduzir o impacto de barreiras tarifárias e regulamentações (W6; T5)**
    - **Justificativa**: simplificar a burocracia para acelerar o desenvolvimento de projetos e reduzir o impacto de barreiras tarifárias e regulatórias, facilitando a implementação de tecnologias e a atração de investimentos no setor energético.
3. **Investir na expansão e modernização da infraestrutura para diminuir a dependência de commodities energéticas de outros países (W5; T3)**
    - **Justificativa**: investir na expansão e modernização da infraestrutura energética no interior de São Paulo para diminuir a dependência de commodities energéticas de outros países e melhorar a capacidade de integração de fontes renováveis, aumentando a segurança e a resiliência energética.

1.1.8. ANÁLISE DE RISCOS

No contexto da matriz energética brasileira e do desenvolvimento regional do estado de São Paulo, esta análise permite uma compreensão detalhada das ameaças e oportunidades que podem impactar a implementação de estratégias voltadas para a transição energética e o desenvolvimento sustentável. A análise de riscos segue uma metodologia estruturada para identificação e análise dos riscos,

como apresentado no Desenho 05. Os principais riscos identificados no contexto da matriz energética brasileira incluem:

I. **Impactos das Mudanças Climáticas.** A variabilidade climática e eventos extremos, como secas e tempestades, afetam diretamente a segurança energética, especialmente em um país cuja matriz energética é predominantemente baseada em hidrelétrica. A redução da capacidade de geração durante períodos de seca prolongada compromete a estabilidade do fornecimento energético e pode levar a crises energéticas.

II. **Dependência de Tecnologia Estrangeira.** A necessidade de tecnologias de outros países para a produção de energias renováveis cria incertezas nos investimentos e afeta a autonomia tecnológica do Brasil. A falta de desenvolvimento local de tecnologias inovadoras pode retardar o avanço da transição energética.

DESENHO 05 – ANÁLISE DOS RISCOS

Risco	Impacto nas expressões do Poder Nacional						Probabilidade	Probabilidade x Maior Impacto	Grau de Prioridade
	Econômico	Político	Militar	Psicossocial	C&T	Maior Impacto			
Impactos das Mudanças Climáticas	0.80	0.70	0.25	0.75	0.70	**0.75**	**0.85**	**0.64**	**Alto**
Dependência de Tecnologia Estrangeira	0.70	0.50	0.15	0.55	0.80	**0.80**	**0.75**	**0.60**	**Médio**
Incertezas Políticas e Regulatórias	0.80	0.80	0.20	0.60	0.65	**0.80**	**0.90**	**0.72**	**Alto**
Custos Altos de Investimento Inicial	0.75	0.50	0.15	0.70	0.60	**0.75**	**0.80**	**0.60**	**Médio**
Infraestrutura Deficiente	80	0.65	0.70	0.55	0.65	**0.80**	**0.70**	**0.56**	**Médio**
Dependência de Commodities Energéticas de Outros Países	0.65	0.40	0.10	0.50	0.75	**0.75**	**0.65**	**0.49**	**Médio**

Fonte: Elaborado pelo autor.

III. **Incertezas Políticas e Regulatórias.** A instabilidade e a descontinuidade das políticas e marcos regulatórios dificultam a segurança dos investimentos a longo prazo. A falta de clareza e consistência nas políticaspode desencorajar investidores e atrasar a implementação de projetos de energia renovável.

IV. **Custos Altos de Investimento Inicial.** A necessidade de grandes investimentos iniciais com alto custo associado torna as fontes renováveis

menos atrativas, especialmente para pequenos e médios investidores. A falta de financiamento acessível e de incentivos fiscais agrava essa situação.

V. **Infraestrutura Deficiente.** Desafios relacionados à capacidade de conexão da rede, ausência de linhas de transmissão e dificuldade de integração de rede afetam a expansão e a eficiência das fontes renováveis. A infraestrutura deficiente limita o alcance e a confiabilidade do fornecimento energético.

VI. **Dependência de Commodities Energéticas de Outros Países.** A necessidade de materiais críticos, como metais de terras raras, concentrados principalmente na China, cria novas dependências geopolíticas e vulnerabilidades. A concentração geográfica desses materiais pode levar a flutuações no mercado global e afetar a disponibilidade e os custos das tecnologias renováveis.

1.2. ANÁLISE DO PODER NACIONAL

Nesse processo, é avaliada a eficácia dos planos existentes em cooperar para suprir as necessidades e aspirações, reforçar os pontos fortes e atenuar ou eliminar os pontos fracos, tomando como base a análise SWOT Entrecruzada. Além disso, são identificadas novas necessidades e avaliada a possibilidade de seu atendimento para reduzir as deficiências (fraquezas) identificadas na SWOT. Por fim, estima-se se os meios disponíveis e potenciais são suficientes para atender às necessidades existentes e as recém-identificadas.

1.2.1. PLANOS EM VIGOR

A etapa de Análise do Poder começa com o exame dos Planos em Vigor, avaliando a eficiência e eficácia dos planos, programas e projetos em andamento. O objetivo é identificar os elementos prioritários e avaliar os resultados alcançados e esperados. Apresenta-se abaixo o detalhamento dos principais planos em vigor no Brasil para o setor elétrico, seus objetivos, principais ações e resultados esperados.

- Plano Decenal de Expansão de Energia
- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
- Programa Desenvolvimento da Geração Distribuída Energia Elétrica
- Plano Nacional de Energia 2050

- Programa de Eficiência Energética
- Programa Luz para Todos
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)

1.2.2. NECESSIDADES

As necessidades são carências que devem ser atendidas para a concretização dos objetivos colimados. A identificação dessas necessidades baseia-se na análise dos ambientes externo e interno e visa suprir lacunas críticas, especialmente aquelas relacionadas aos pontos fracos. A apuração das necessidades é facilitada pela análise dos Vetores Estratégicos resultantes do entrecruzamento da matriz SWOT. A satisfação dessas necessidades permite a adoção de objetivos orientados.

DESENHO 06- NECESSIDADES POR EXPRESSÃO DO PODER NACIONAL

Expressão do Poder Nacional	Necessidades Levantadas
Expressão Política	- Simplificar licenciamento ambiental para energias renováveis. - Atualizar marco regulatório para segurança jurídica e estabilidade. - Integrar políticas de adaptação climática nos planos elétricos.
Expressão Econômica	- Criar incentivos fiscais e subsídios para energia limpa. - Desenvolver financiamento específico para renováveis via bancos e agências. - Estimular parcerias público-privadas em infraestrutura energética.
Expressão Psicossocial	- Investir em capacitação e treinamento para mão-de-obra qualificada. - Promover conscientização pública sobre benefícios das energias renováveis. - Incluir disciplinas de energias renováveis nos currículos educacionais.
Expressão Científica e Tecnológica	- Aumentar investimentos em P&D em energias renováveis. - Fomentar parcerias para inovação tecnológica. - Implementar tecnologias de armazenamento de energia.
Expressão Militar	- Expandir uso de renováveis em instalações militares. - Desenvolver formação em energia renovável para Forças Armadas. - Promover P&D em tecnologias de defesa relacionadas à energia renovável.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

1.2.3. MEIOS DISPONÍVEIS E POTENCIAIS

A análise dos meios disponíveis e potenciais é crucial para entender a capacidade de um país em atender às necessidades identificadas e alcançar os objetivos estabelecidos. Segundo o manual da ESG (2023), esta etapa consiste em verificar se os meios disponíveis e potenciais são suficientes para atender às

necessidades. Abaixo são relacionados os meios disponíveis e potenciais no contexto do setor elétrico brasileiro.

DESENHO 07–MEIOS DISPONÍVEIS E POTENCIAIS

Expressão do Poder Nacional	Meios Disponíveis e Potenciais
Expressão Política	Meios Disponíveis: - Legislação e Regulamentação: Base legal robusta. - Instituições Governamentais: MME, ANEEL e EPE. Meios Potenciais: - Revisão de Marcos Regulatórios: Atualização de leis e regulamentos para promover investimentos em energias renováveis. - Novas Políticas Públicas: Incentivo à adaptação climática e desburocratização do licenciamento ambiental.
Expressão Econômica	Meios Disponíveis: - Recursos Financeiros: Bancos públicos (BNDES, Caixa Econômica Federal) e privados com linhas de crédito para energias renováveis. - Parcerias Público-Privadas: Programas como PROINFA e ProGD. Meios Potenciais: - Novas Linhas de Crédito e Subsídios: Desenvolvimento de mecanismos de financiamento e incentivos fiscais para renováveis. - Investimentos Internacionais: Atração de capital estrangeiro para o setor.
Expressão Psicossocial	Meios Disponíveis: - Programas de Capacitação: Iniciativas de treinamento oferecidas por instituições como SENAI e universidades. - Campanhas: Programas sobre eficiência e energias renováveis. Meios Potenciais: - Integração Educacional: Inclusão de disciplinas sobre energias renováveis nos currículos escolares e universitários. - Novos Programas de Capacitação: Desenvolvimento de programas em colaboração com o setor privado.
Expressão Científica e Tecnológica	Meios Disponíveis: - Instituições de Pesquisa: Universidades (USP, UNICAMP) e institutos (INPE, CNPEM) atuando em tecnologias renováveis. - Parcerias: Colaborações entre universidades, empresas privadas e governo. Meios Potenciais: - Aumento de Investimentos em P&D: Ampliação de recursos para pesquisa em energias renováveis. - Novas Tecnologias de Armazenamento: Desenvolvimento de tecnologias avançadas de armazenamento de energia.
Expressão Militar	Meios Disponíveis: - Infraestrutura Militar: Instalações adaptáveis ao uso de energias renováveis. - Programas de Formação: Treinamento em energias renováveis para militares. Meios Potenciais: - Projetos Sustentáveis: Expansão do uso de fontes renováveis em bases. P&D em Tecnologias: Desenvolvimento de bioenergia e hidrogênio verde.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

2. FASE POLÍTICA

Nesta segunda fase são executadas as etapas de elaboração de cenários e de concepção política. Ao final desta, são estabelecidos ou revistos os objetivos inicialmente colimados. No caso de o tema de estudo estar no nível governamental, serão revistos os Objetivos de Estado (OE) e os Objetivos de Governo (OG) que, por sua vez, devem estar alinhados com os Objetivos Fundamentais (OF), como preconiza o manual de planejamento da ESG (ESG, 2023).

2.1. ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS

A metodologia de planejamento estratégico enfatiza a importância da análise de cenários para antecipar e se preparar para o futuro. Segundo o manual ESG (2023), a elaboração de cenários é dividida em diversas fases que englobam a identificação de fatos portadores de futuro, a construção de cenários extremos e a concepção política de cenários prováveis e desejados.

2.1.1. FATOS PORTADORES DE FUTURO

A expansão da capacidade de geração de energia renovável no Brasil é uma iniciativa estratégica fundamental para assegurar a segurança energética do país. Documentos como o "Plano Nacional de Energia (PNE) 2050" e o "Plano Decenal de Expansão de Energia 2029" desempenham um papel crucial ao fornecer diretrizes claras para o desenvolvimento de projetos de energia que atendam às crescentes demandas energéticas com foco na sustentabilidade.

Esta análise revela Fatos Portadores de Futuro (FPF) e Eventos Futuros Preliminares (EFP) que moldarão o setor energético brasileiro nas próximas décadas. No contexto dos projetos de energia renovável, vários FPFs são particularmente relevantes.

- **Crescente Demanda por Energia.** O crescimento econômico e demográfico do Brasil exige expansão da oferta de energia, promovendo investimentos em energias renováveis para atender à demanda sustentável (PNE 2050, 2020).
- **Aumento da Capacidade de Energia Solar e Eólica.** O Brasil tem visto crescimento na instalação de usinas solares e parques eólicos, com o Plano

Decenal de Expansão de Energia 2029 prevendo maior participação dessas fontes, especialmente no Nordeste.

- **Desenvolvimento de Projetos Eólicos Offshore.** A evolução do marco regulatório é essencial para facilitar o licenciamento e operação de projetos eólicos offshore, explorando o potencial eólico nas regiões costeiras (PNE 2050, 2020).
- **Aproveitamento Hidrelétrico Sustentável.** A hidreletricidade continua vital, contribuindo com baixas emissões de gases de efeito estufa, apesar dos desafios ambientais (PNE 2050, 2020).
- **Expansão da Geração Distribuída de Energia Solar Fotovoltaica.** O potencial de crescimento dessa tecnologia, especialmente em autoconsumo remoto e geração compartilhada, reforça seu papel na diversificação da matriz energética (PDE 2029, 2020).
- **Desenvolvimento e Utilização de Biomassa.** A biomassa desempenha um papel significativo na redução da dependência de combustíveis fósseis, promovendo uma matriz energética sustentável (PNE 2050, 2020).
- **Conscientização Ambiental e a Crise Climática.** A crescente conscientização ambiental e a crise climática impulsionam a busca por fontes de energia limpas, promovendo políticas públicas favoráveis e investimentos (PDE 2029, 2020).
- **Avanços Tecnológicos em Energias Renováveis.** Redução dos custos e desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento e redes inteligentes aumentam a viabilidade econômica das energias renováveis (PNE 2050, 2020).
- **Instabilidade do Sistema Hidrelétrico.** A dependência de termelétricas e eventos climáticos extremos evidenciam a vulnerabilidade do sistema hidrelétrico e a necessidade de diversificação com energias renováveis (PDE 2029, 2020).
- **Abertura e Modernização do Mercado de Gás Natural.** O programa Novo Mercado de Gás visa aumentar a competitividade do gás natural e sua participação na matriz energética, especialmente na geração termelétrica (PNE 2050, 2020).

- **Políticas de Incentivo às Energias Renováveis.** Programas como PROINFA, leilões de energia e regulamentação da geração distribuída impulsionaram o crescimento da energia eólica e solar no Brasil (CORREA; CÁRIO, 2021).
- **Compromissos Internacionais de Redução de Emissões.** O Acordo de Paris e a NDC brasileira incentivam o investimento em fontes renováveis e eficiência energética, alinhando a matriz energética às metas globais de sustentabilidade (PNE 2050, 2020).

2.1.2. EVENTOS FUTUROS PRELIMINARES

EFP são projeções de eventos que podem ocorrer no futuro, baseados nos FPF identificados. São atos e fatos plausíveis, que poderão ou não ocorrer no horizonte temporal considerado, como resultado de suposições coerentes e plausíveis, formuladas a partir de um ou mais FPF. Resultam de um trabalho de imaginação e suposição realizado pelos responsáveis pelo planejamento (ESG, 2024). Ao integrar esses Fatos Portadores de Futuro e Eventos Futuros Preliminares, o Brasil pode desenvolver uma estratégia robusta para promover a energia renovável e garantir a segurança energética sustentável.

- **Consolidação da Energia Solar e Eólica.** A conclusão de novos projetos pode elevar a participação dessas fontes na matriz energética para 15%, reforçando a liderança global do Brasil em energia sustentável.
- **Redução do Consumo de Combustíveis Fósseis.** A expansão das energias renováveis e a construção de gasodutos podem diminuir o uso de óleo combustível, acelerando a descarbonização da matriz energética brasileira.
- **Integração Energética Regional.** A interligação da rede elétrica na América do Sul pode aumentar a oferta de energia, promovendo a segurança energética e a cooperação regional.
- **Impactos Ambientais e Sociais dos Projetos de Energia Renovável.** Projetos como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) devem adotar soluções sustentáveis para minimizar impactos socioambientais e adicionar 2.100 MW de capacidade.
- **Aumento da Participação de Energias Renováveis na Matriz Energética.** A demanda crescente e os avanços tecnológicos podem aumentar a

participação de fontes renováveis na matriz, promovendo uma matriz mais diversificada e sustentável.

- **Redução da Dependência de Hidrelétricas.** A diversificação da matriz energética pode reduzir a dependência das hidrelétricas, aumentando a resiliência e segurança do fornecimento de energia.
- **Consolidação do Gás Natural como Fonte Complementar.** A exploração do pré-sal e a abertura do mercado podem consolidar o gás natural como uma fonte complementar na geração termelétrica.
- **Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Energias Renováveis.** Políticas de incentivo e financiamento do BNDES podem impulsionar a produção local de equipamentos e serviços de energia renovável, gerando empregos e renda.
- **Aumento da Geração Distribuída.** Regulamentações como o *net metering* e incentivos governamentais podem aumentar a geração distribuída a partir de fontes solares fotovoltaicas em residências, comércios e indústrias.
- **Modernização do Setor Elétrico.** A integração de fontes renováveis e a busca por eficiência podem modernizar o setor elétrico com redes inteligentes e sistemas de armazenamento.
- **Aumento da Competitividade das Fontes Renováveis.** A redução dos custos das tecnologias renováveis e os incentivos governamentais podem tornar as energias renováveis mais competitivas, acelerando a transição energética.

2.1.3. CAPACIDADE INSTALADA E PROJETOS EM ANDAMENTO

Para cada modalidade de energia renovável, a quantidade de empreendimentos em projeto ou em construção, bem como os impactos em termos de geração de energia, são substanciais:

- **Hidrelétricas:** O Brasil possui um total de 108 GW de potencial hidrelétrico já em operação ou em construção, com diversos projetos menores de 30 MW em andamento. A adição de 68 GW de potencial hidrelétrico inventariado aumentará significativamente a capacidade energética do país.
- **Energia Eólica:** Em 2019, o Brasil contratou 24.438 MW em projetos eólicos, com 130 parques eólicos no Nordeste, totalizando 3.438 MW. No horizonte do

PDE 2029, a previsão é de uma expansão significativa com 21.000 MW de novos projetos nos subsistemas Nordeste e Sul.

- **Energia Solar:** O PDE 2029 projeta 8.442 MW em projetos solares, com 52 projetos contratados, sendo 77% no Nordeste e 23% no Sudeste. A capacidade instalada total projetada é de 7.000 MW adicionais nos subsistemas Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste.
- **Biomassa:** Existem 1.860 MW de capacidade instalada em projetos de biomassa, com 57% provenientes do bagaço de cana, 32% de cavaco de madeira e 11% de biogás. A capacidade instalada de biomassa deve continuar crescendo com a modernização e aumento da eficiência de cogeração.
- **Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs):** O PDE 2029 projeta a instalação de PCHs principalmente no Sudeste e Sul do país, adicionando aproximadamente 2.100 MW de capacidade adicional.

2.1.4. ANÁLISE ESTRUTURAL

A análise estrutural e subsequentes etapas são cruciais para a construção de cenários robustos que auxiliam na formulação de estratégias de longo prazo. A avaliação dos EFP busca assegurar a plausibilidade e a consistência das interações entre eles. Consequência do atingimento dessa busca será a melhor redação das imagens de futuro que, juntas, subsidiarão a montagem de cada um dos cenários extremos.

2.1.4.1 REAVALIAÇÃO DAS TENDÊNCIA DE PESO

A reavaliação das tendências de peso tem como propósito verificar se existe alguma variável, em especial, um FPF (relacionados no item 2.1.1.), que possa perturbar de forma relevante a trajetória da TP, causando uma ruptura, ou alterando a intensidade ou o modo com que ela passará a se comportar (ESG, 2023).

DESENHO 08 – REAVALIAÇÃO DAS TENDÊNCIAS DE PESO

TP	FPF											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TP 1	S	S	N	N	S	S	S	S	N	N	S	S
TP 2	N	S	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S
TP 3	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N	S	N
TP 4	N	S	N	N	N	N	N	S	N	N	S	N
TP 5	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N	N	N
TP 6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S
TP 7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S
TP 8	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S

Fonte: Elaborado pelos Autores.

O Desenho 08 facilita a visualização das relações entre os FPF e as TP, ajudando a identificar rapidamente quais FPFs podem impactar as TPs. Assim, confrontando-se as TP com os FPF, chegou-se às seguintes conclusões:

- Ascensão das Energias Renováveis (TP1). A transição para energias renováveis é impulsionada por uma crescente demanda por energia, aumento da capacidade solar e eólica, e avanços tecnológicos, além de políticas de incentivo e compromissos internacionais. TP1 é essencial para a diversificação e sustentabilidade da matriz energética brasileira.
- Leilões de Energia (TP2). Leilões de energia são cruciais para aumentar a capacidade de energias renováveis, suportados por políticas de incentivo e compromissos internacionais. Sua relevância regulatória e de investimento justifica a manutenção de TP2 no processo de construção de cenários.
- Descentralização da Geração de Energia (TP3). A descentralização é apoiada pela expansão da geração distribuída de energia solar fotovoltaica e o desenvolvimento de biomassa, promovendo resiliência e diversificação da matriz energética. TP3 contribui para a robustez e eficiência do sistema.
- Armazenamento de Energia (TP4). O armazenamento é vital para a estabilidade das energias renováveis intermitentes. Aumento da capacidade solar e eólica e avanços tecnológicos destacam a importância do armazenamento. TP4 é essencial para a estabilidade do sistema energético.
- Digitalização e Tecnologias Inteligentes (TP5). A digitalização e o uso de tecnologias inteligentes, suportados por avanços tecnológicos, melhoram a eficiência e a gestão da rede energética. TP5 é importante para a modernização do setor, apesar de ser menos impactada por outros FPFs.
- Mudanças Regulatórias (TP6). As mudanças regulatórias são necessárias para adaptar o setor às novas realidades. Políticas de incentivo e

compromissos internacionais de redução de emissões promovem essas mudanças. TP6 é crucial para um ambiente favorável ao crescimento das energias renováveis.

- Integração Regional e Mercados de Energia (TP7). A integração regional e os mercados de energia são vitais para a segurança energética. Abertura e modernização do mercado de gás natural e compromissos internacionais promovem essa integração. TP7 fortalece a cooperação e segurança.
- Eletrificação dos Transportes (TP8). A eletrificação dos transportes é impulsionada por demanda crescente por energia, conscientização ambiental e compromissos internacionais, promovendo tecnologias limpas e redução de emissões. TP8 é crucial para a descarbonização e sustentabilidade.

2.1.4.2 ANÁLISE DOS IMPACTOS CRUZADOS

A análise consiste em atribuir graus de influência a cada EFP sobre os demais, um a um, o que expressa a relação de causalidade entre cada par de eventos. Tal análise indica, quantitativamente, os EFP com maior capacidade de influenciar a ocorrência ou a não ocorrência dos demais eventos (ESG, 2023).

DESENHO 09 – MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

EFP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	DEP[1]
1	0	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	**15**
2	1	0	2	1	2	2	1	1	1	2	2	**14**
3	1	1	0	1	2	1	1	1	1	2	2	**13**
4	1	1	1	0	2	1	0	1	1	1	1	**10**
5	2	2	1	1	0	2	1	2	1	2	2	**16**
6	2	2	1	1	2	0	1	1	1	2	2	**14**
7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	**10**
8	2	2	1	1	2	2	1	0	1	2	2	**16**
9	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	2	**13**
10	2	2	2	1	2	1	1	2	2	0	2	**17**
11	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	0	**17**
INF[2]	**15**	**16**	**12**	**10**	**19**	**15**	**9**	**14**	**12**	**17**	**18**	**-**

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Quadrante I – Eventos Influentes

- Consolidação da Energia Solar e Eólica (EFP1): Projeta um aumento significativo na participação dessas fontes na matriz energética brasileira.

[1] Dependência, grau de dependência a que está submetido cada EFP pelo conjunto dos demais.
[2] Influência, corresponde ao grau total que cada EFP exerce sobre o conjunto dos demais.

- Aumento da Participação de Energias Renováveis na Matriz Energética (EFP5): Impulsionado pela crescente demanda por energia limpa.
- Modernização do Setor Elétrico (EFP10): Destaca a importância da inovação tecnológica.
- Aumento da Competitividade das Fontes Renováveis (EFP11): Evidencia as políticas de incentivo governamental.

Quadrante II – Eventos de Ligação

- Redução da Dependência de Hidrelétricas (EFP6): Reflete a necessidade de diversificar a matriz energética.
- Consolidação do Gás Natural como Fonte Complementar (EFP7): Reduz a vulnerabilidade às variabilidades climáticas.
- Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Energias Renováveis (EFP8): Essencial para sustentar o crescimento das fontes renováveis.
- Redução do Consumo de Combustíveis Fósseis (EFP2): Alinha-se com os compromissos internacionais de redução de emissões.

Quadrante III – Eventos Independentes

- Impactos Ambientais e Sociais dos Projetos de Energia Renovável (EFP4): Foco em minimizar efeitos adversos.
- Integração Energética Regional (EFP3): Promove cooperação regional.

Quadrante IV – Eventos Dependentes

- Aumento da Geração Distribuída (EFP9): Beneficia-se de avanços tecnológicos e incentivos governamentais.
- Integração Energética Regional (EFP3): Depende de esforços cooperativos e de infraestrutura.

Essa categorização destaca a complexidade das interações entre os EFPs e fornece insights valiosos para a elaboração de estratégias eficazes. Eventos influentes e de ligação devem ser priorizados devido ao seu potencial de impacto

significativo, enquanto eventos independentes e dependentes exigem monitoramento para ajustes estratégicos. Compreender essas dinâmicas é crucial para formular políticas que garantam um futuro energético sustentável e resiliente para o Brasil.

2.1.4.3 ANÁLISE DA ESTRATÉGIA DOS ATORES

Os Atores Sociais são indivíduos, organizações e países que têm interesse pelo sistema em estudo, no todo ou em parte, e podem agir para modificar o *status quo*. Os Atores são capazes de interferir no curso dos EFP, por intermédio de atos ou omissões, isolados ou em grupo. Podem influenciar ou provocar a acentuação ou a ruptura das Tendências de Peso, causando descontinuidades.

O exame das possíveis posições dos Atores é realizado com o uso de duas matrizes:

- Matriz de Estratégia dos Atores (MEA) quando se avaliam as interações entre os Atores e identificam-se aqueles que podem exercer maior influência sobre os demais. Os graus de influência e de dependência, em conjunto, indicam o nível de poder de cada ator, em relação aos demais; e
- Matriz de Interesse dos Atores (MIA), quando se observa a influência que os Atores exercem sobre os EFP e vice-versa (ESG, 2023).

Para fins da aplicação das referidas matrizes, revendo os Atores identificados na Fase de Diagnóstico, considerou-se: órgãos estatais (Ator 1); empresas privadas (Ator 2); Organizações Não Governamentais (Ator 3); Institutos de Pesquisa (Ator 4).

DESENHO 10 - INTERESSE DOS ATORES (MIA)

EFP	Órgãos Estatais (Ator 1)	Empresas Privadas (Ator 2)	ONGs (Ator 3)	Institutos de Pesquisa (Ator 4)	Interesse despertado nos atores pelo EFP
EFP 1	+1	+1	+1	+1	**+4**
EFP 2	+1	+1	+1	+1	**+4**
EFP 3	+1	+1	0	+1	**+3**
EFP 4	+1	0	+1	+1	**+3**
EFP 5	+1	+1	+1	+1	**+4**
EFP 6	+1	+1	0	0	**+2**
EFP 7	+1	+1	-1	0	**+1**
EFP 8	+1	+1	+1	+1	**+4**
EFP 9	+1	+1	0	+1	**+3**
EFP 10	+1	+1	0	+1	**+3**
EFP 11	+1	+1	+1	+1	**+4**
Interesse do ator no conjunto dos EFP	**+11**	**+11**	**+4**	**+9**	**-**

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A análise dos resultados revela como diferentes grupos de interesse se posicionam em relação aos principais EFPs no setor energético. Cada grupo possui diferentes incentivos e objetivos, influenciando sua postura sobre esses eventos.

Órgãos Estatais (Ator 1)

- Interesse Positivo: Os órgãos estatais demonstram interesse positivo em todos os EFPs analisados, refletindo a importância de uma matriz energética diversificada, segura e sustentável para o desenvolvimento nacional.
- EFP 1 e EFP 5: Reduzem a dependência de combustíveis fósseis e cumprem compromissos internacionais de redução de emissões de carbono.
- EFP 3: A integração energética regional fortalece a segurança energética e a cooperação internacional.
- EFP 2 e EFP 8: Cruciais para a sustentabilidade e crescimento econômico.

Empresas Privadas (Ator 2)

- Interesse Positivo: Focam em oportunidades de investimento e crescimento econômico.

- EFP 1 e EFP 11: Expandem operações e aumentam a competitividade no mercado energético.
- EFP 10 e EFP 9: Inovação tecnológica e geração distribuída proporcionam novas oportunidades de negócio.
- EFP 7: O gás natural é visto como uma fonte de energia de transição.

ONGs (Ator 3)

- Interesse Predominantemente Positivo: Apoiam EFPs que promovem sustentabilidade e redução de impactos ambientais.
- EFP 1 e EFP 2: Fundamentais para a transição para uma matriz energética mais limpa.
- EFP 4: Interessadas em mitigar impactos ambientais e sociais dos projetos.
- EFP 7: Posição negativa devido à natureza fóssil do gás natural.

Institutos de Pesquisa (Ator 4)

- Apoio Forte: Focam em inovação e desenvolvimento tecnológico.
- EFP 8 e EFP 9: Representam oportunidades para avanços científicos e tecnológicos.
- EFP 10: Pesquisa em redes inteligentes e armazenamento de energia é essencial.
- EFP 4: Desenvolver soluções que minimizem impactos negativos.

A Matriz de Interesse dos Atores mostra um alinhamento significativo entre órgãos estatais, empresas privadas, ONGs e institutos de pesquisa em muitos dos EFPs, especialmente aqueles relacionados à expansão e modernização das energias renováveis. Este alinhamento facilita a formulação de políticas públicas que podem conciliar interesses variados e promover um desenvolvimento energético sustentável e inovador no Brasil. No entanto, as ONGs mostram preocupação com a consolidação do gás natural, destacando a necessidade de considerar impactos ambientais ao planejar a matriz energética futura.

2.1.5. CENÁRIOS EXTREMOS

Os cenários são visões distintas e extremas sobre o futuro, os quais são fundamentais para preparar estratégias robustas, capazes de lidar com uma variedade de futuros possíveis. Os cenários extremos são geralmente construídos a partir da combinação das variáveis mais influentes e incertas. A construção envolve a combinação das variáveis identificadas na análise estrutural com os possíveis comportamentos dos atores envolvidos neste contexto.

2.1.5.1. EVENTOS FUTUROS FINAIS

Nos quadros abaixo, são apresentados os três cenários plausíveis para o setor energético brasileiro até 2050. Cada cenário contém os Eventos Futuros Finais (EFF), juntamente com a indicação dos eventos ou condições que os tornaram parte do cenário construído no horizonte temporal.

2.1.5.1.1.CENÁRIO MAIS FAVORÁVEL

EVENTOS FUTUROS FINAIS CONSIDERADOS

- **EFF1** – Geração de energia solar e eólica cresceu exponencialmente.
- **EFF 2** – Consolidação de projetos eólicos offshore.
- **EFF 3** – Desenvolvimento sustentável da hidreletricidade.
- **EFF 4** – Geração distribuída de energia solar fotovoltaica cresceu robustamente.
- **EFF 5** – Biomassa ganhou destaque na matriz elétrica.
- **EFF 6** – Redução de combustíveis fósseis.
- **EFF 7** – Integração energética regional aumentou a oferta de energia.
- **EFF 8** – Modernização do setor elétrico com tecnologias inteligentes.
- **EFF 9** – Avanços em tecnologias de armazenamento de energia.
- **EFF 10** – Fortalecimento das políticas de incentivo às energias renováveis.
- **EFF 11** – Redução da dependência de hidrelétricas.
- **EFF 12** – Consolidação do gás natural como fonte complementar.
- **EFF 13** – Desenvolvimento da cadeia produtiva de energias renováveis.

- **EFF 14** – Aumento da competitividade das fontes renováveis.
- **EFF 15** – Mitigação dos impactos ambientais e sociais dos projetos de energia.

DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

O Brasil alcançou um patamar significativo na expansão das energias renováveis em 2050, impulsionado por políticas públicas estáveis e incentivos. A capacidade de geração de energia solar e eólica cresceu exponencialmente, com projetos em construção sendo concluídos e novos empreendimentos sendo iniciados, resultando em uma matriz diversificada e sustentável (EFF 1). A consolidação de projetos eólicos offshore, facilitada pela evolução do marco regulatório, ampliou ainda mais a capacidade eólica (EFF 2). O desenvolvimento sustentável da hidreletricidade continuou a desempenhar um papel vital, contribuindo com baixas emissões de gases de efeito estufa e fortalecendo a segurança energética do Brasil (EFF 3). A geração distribuída de energia solar fotovoltaica cresceu robustamente, impulsionada por modelos de autoconsumo remoto e geração compartilhada, diversificando a matriz energética (EFF 4). A biomassa também ganhou destaque, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e promovendo uma matriz energética mais sustentável (EFF 5). A redução substancial do consumo de combustíveis fósseis foi alcançada através da construção de gasodutos e da expansão das energias renováveis, contribuindo significativamente para a descarbonização da matriz energética (EFF 6). A integração energética regional com países vizinhos aumentou a oferta de energia na América do Sul, promovendo a segurança energética e a cooperação regional (EFF 7). O setor elétrico foi modernizado com a implementação de tecnologias inteligentes, avanços em armazenamento de energia e o fortalecimento das políticas de incentivo às energias renováveis (EFF 8, EFF 9, EFF 10). Com a redução da dependência de hidrelétricas e a consolidação do gás natural como fonte complementar, a matriz energética do Brasil tornou-se mais resiliente e diversificada (EFF 11, EFF 12). O desenvolvimento da cadeia produtiva de energias renováveis gerou empregos e fomentou a indústria nacional, enquanto a competitividade das fontes renováveis aumentou, tornando-as ainda mais atrativas em relação às fontes fósseis (EFF 13, EFF 14). Os impactos ambientais e sociais dos projetos de energia

renovável foram mitigados, contribuindo para um desenvolvimento sustentável (EFF 15).

DESENHO 11 - MATRIZ ELÉTRICA ESTIMADA | MAIS FAVORÁVEL

FONTE	GERAÇÃO ATUAL (% TWh)	GERAÇÃO PROJETADA (% TWh)	FATOR PRINCIPAL
Hidráulica	61,9%	35%	Redução devido à variabilidade hídrica, substituída por outras fontes renováveis.
Eólica	11,8%	35%	Crescimento exponencial devido a fortes incentivos e avanços tecnológicos em parques eólicos onshore e offshore.
Biomassa	8,0%	10%	Incremento com foco na sustentabilidade e aproveitamento de resíduos.
Gás Natural	6,1%	5%	Redução significativa com a substituição gradual por fontes renováveis e avanços em armazenamento de energia.
Solar	4,4%	20%	Grande expansão devido à queda nos custos de instalação e incentivos governamentais.
Carvão e derivados	2,1%	1%	Redução drástica devido à descarbonização e políticas ambientais rigorosas.
Nuclear	2,1%	8%	Aumento com novos investimentos em tecnologia nuclear para garantir estabilidade energética.
Eletricidade Importada	1,9%	1%	Manutenção estável com leve diminuição devido à autossuficiência energética.
Derivados de Petróleo	1,8%	0.5%	Redução acentuada com a eliminação progressiva dos combustíveis fósseis.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Balanço Energético 2023 e cenários.

2.1.5.1.2.CENÁRIO MAIS PROVÁVEL

EVENTOS FUTUROS FINAIS CONSIDERADOS

- **EFF 1** – Crescimento gradual da geração de energia solar e eólica.
- **EFF 2** – Desenvolvimento de alguns projetos eólicos offshore.
- **EFF 3** – Expansão moderada da hidreletricidade.
- **EFF 4** – Crescimento consistente da geração distribuída de energia solar.
- **EFF 5** – Crescente papel da biomassa na matriz energética.
- **EFF 6** – Redução progressiva do consumo de combustíveis fósseis.
- **EFF 7** – Início da integração energética regional.
- **EFF 8** – Implementação de tecnologias inteligentes no setor elétrico.
- **EFF 9** – Avanços moderados em tecnologias de armazenamento de energia.

- **EFF 10** – Fortalecimento das políticas de incentivo às energias renováveis.
- **EFF 11** – Dependência significativa de hidrelétricas com diversificação.
- **EFF 12** – Consolidação lenta do gás natural como fonte complementar.
- **EFF 13** – Início do desenvolvimento da cadeia produtiva de energias.
- **EFF 14** – Gradual aumento da competitividade das fontes renováveis.
- **EFF 15** – Mitigação parcial dos impactos ambientais e sociais dos projetos.

DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

Em 2050, o Brasil experimentou um crescimento gradual na capacidade de geração de energia solar e eólica, impulsionado por políticas públicas moderadamente estáveis e incentivos adequados. A instalação de novos empreendimentos, embora não tão rápida quanto desejado, permitiu uma diversificação gradual da matriz energética (EFF 1). Alguns projetos eólicos offshore foram desenvolvidos, ampliando a capacidade eólica do país (EFF 2). A expansão moderada da hidreletricidade continuou a contribuir para a oferta de energia, apesar dos desafios ambientais (EFF 3). A geração distribuída de energia solar fotovoltaica cresceu de forma consistente, impulsionada por incentivos governamentais e a regulamentação do net metering (EFF 4). A biomassa desempenhou um papel crescente na redução da dependência de combustíveis fósseis (EFF 5). A redução progressiva do consumo de combustíveis fósseis foi alcançada através da expansão das energias renováveis e da construção de gasodutos (EFF 6). A integração energética regional iniciou-se, aumentando a oferta de energia e promovendo a cooperação com países vizinhos (EFF 7). Tecnologias inteligentes começaram a ser implementadas no setor elétrico, modernizando a infraestrutura energética (EFF 8). Os avanços em tecnologias de armazenamento de energia foram moderados, mas promissores (EFF 9). As políticas de incentivo às energias renováveis foram fortalecidas, mas ainda enfrentaram desafios de implementação (EFF 10). A dependência de hidrelétricas permaneceu significativa, mas com uma participação crescente de outras fontes renováveis (EFF 11). O gás natural consolidou-se lentamente como fonte complementar (EFF 12). O desenvolvimento da cadeia produtiva de energias renováveis iniciou-se, gerando empregos e fortalecendo a indústria nacional (EFF 13). A competitividade das fontes renováveis aumentou

gradualmente, tornando-se mais atrativas em relação às fontes fósseis (EFF 14). Os impactos ambientais e sociais dos projetos de energia renovável foram parcialmente mitigados, promovendo um desenvolvimento mais sustentável (EFF 15).

DESENHO 12 - MATRIZ ELÉTRICA ESTIMADA | MAIS PROVÁVEL

FONTE	GERAÇÃO ATUAL (% TWh)	GERAÇÃO PROJETADA (% TWh)	FATOR PRINCIPAL
Hidráulica	61,9%	35%	Redução gradual com substituição por outras fontes renováveis e impactos de variabilidade hídrica.
Eólica	11,8%	30%	Crescimento contínuo com incentivos governamentais e avanços tecnológicos.
Biomassa	8,0%	10%	Incremento com foco em sustentabilidade e aproveitamento de resíduos agrícolas.
Gás Natural	6,1%	10%	Manutenção estável devido à transição gradual para renováveis e uso em termelétricas.
Solar	4,4%	15%	Expansão significativa com redução de custos de instalação e políticas de incentivo.
Carvão e derivados	2,1%	1%	Redução acentuada devido a políticas ambientais e descarbonização.
Nuclear	2,1%	5%	Aumento com novos investimentos para garantir estabilidade e segurança energética.
Eletricidade Importada	1,9%	1%	Manutenção estável com leve diminuição devido à maior autossuficiência energética.
Derivados de Petróleo	1,8%	0.5%	Redução progressiva com políticas de eliminação de combustíveis fósseis.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Balanço Energético 2023 e cenários.

2.1.5.1.3.CENÁRIO MAIS DESFAVORÁVEL

EVENTOS FUTUROS FINAIS CONSIDERADOS

- **EFF 1** – Estagnação na geração de energia solar e eólica.
- **EFF 2** – Poucos avanços em projetos eólicos offshore.
- **EFF 3** – Obstáculos na expansão da hidreletricidade.
- **EFF4 –** Crescimento lento da geração distribuída de energia solar fotovoltaica.
- **EFF 5** – Baixa utilização da biomassa na matriz energética.
- **EFF 6** – Alta dependência de combustíveis fósseis.
- **EFF 7** – Falta de integração energética regional.

- **EFF 8** – Implementação limitada de tecnologias inteligentes no setor elétrico.
- **EFF 9** – Poucos avanços em tecnologias de armazenamento de energia.
- **EFF 10** – Políticas de incentivo fracas e mal implementadas.
- **EFF 11** – Alta dependência de hidrelétricas.
- **EFF 12** – Consolidação limitada do gás natural como fonte complementar.
- **EFF 13** – Desenvolvimento fraco da cadeia produtiva de energias renováveis.
- **EFF 14** – Baixa competitividade das fontes renováveis.
- **EFF 15** – Falta de mitigação dos impactos ambientais e sociais dos projetos.

DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

Em 2050, o Brasil enfrentou uma estagnação na geração de energia solar e eólica devido a políticas públicas instáveis e falta de incentivos robustos. Poucos avanços foram feitos em projetos eólicos offshore, limitando a expansão da capacidade eólica (EFF 1, EFF 2). A expansão da hidreletricidade encontrou diversos obstáculos, dificultando o aumento da oferta de energia (EFF 3). A geração distribuída de energia solar fotovoltaica cresceu lentamente, devido à falta de incentivos governamentais e regulamentações inadequadas (EFF 4). A biomassa teve baixa utilização na geração de energia, mantendo a dependência de combustíveis fósseis elevada (EFF 5). A alta dependência de combustíveis fósseis continuou a ser uma característica marcante da matriz energética brasileira (EFF 6). A falta de integração energética regional manteve o Brasil isolado em termos de cooperação energética com países vizinhos (EFF 7). A implementação de tecnologias inteligentes no setor elétrico foi limitada, impedindo a modernização necessária (EFF 8). Poucos avanços foram feitos em tecnologias de armazenamento de energia, deixando o sistema elétrico vulnerável (EFF 9). As políticas de incentivo às energias renováveis foram fracas e mal implementadas, não conseguindo promover um crescimento significativo das fontes limpas (EFF 10). A dependência de hidrelétricas permaneceu alta, sem diversificação significativa da matriz energética (EFF 11). O gás natural consolidou-se apenas de forma limitada como fonte complementar (EFF 12). O desenvolvimento da cadeia produtiva de energias renováveis foi fraco, não gerando os empregos e a industrialização esperados (EFF 13). A competitividade das fontes renováveis permaneceu baixa,

com pouca atratividade em relação às fontes fósseis (EFF 14). Os impactos ambientais e sociais dos projetos de energia renovável não foram mitigados, exacerbando os problemas socioambientais (EFF 15).

DESENHO 13 - MATRIZ ELÉTRICA ESTIMADA |

FONTE	GERAÇÃO ATUAL (% TWh)	GERAÇÃO PROJETADA (% TWh)	FATOR PRINCIPAL
Hidráulica	61,9%	40%	Redução limitada devido à dependência contínua de hidrelétricas, apesar dos desafios climáticos.
Eólica	11,8%	15%	Crescimento moderado com obstáculos regulatórios e financeiros que impedem expansão rápida.
Biomassa	8,0%	6%	Redução devido à menor competitividade com outras fontes renováveis e dificuldades em logística.
Gás Natural	6,1%	20%	Aumento significativo com investimentos em infraestrutura de gás devido à falta de alternativas renováveis viáveis.
Solar	4,4%	8%	Crescimento limitado pela falta de incentivos e altos custos de instalação.
Carvão e derivados	2,1%	5%	Aumento relativo devido à continuidade do uso em algumas regiões com menor regulação ambiental.
Nuclear	2,1%	3%	Aumento limitado por barreiras políticas e sociais, além de altos custos iniciais de implementação.
Eletricidade Importada	1,9%	2%	Leve aumento pela necessidade de compensar deficiências internas de geração.
Derivados de Petróleo	1,8%	1%	Redução moderada, mas ainda presente devido à resistência em transições energéticas em algumas áreas

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Balanço Energético 2023 e cenários.

2.2. CONCEPÇÃO POLÍTICA

A fase de concepção política é fundamental para a formulação de estratégias de longo prazo. Esta etapa do processo consiste na definição dos Objetivos de Estado (OE) e de Governo (OG), os quais devem estar alinhados com os Objetivos Fundamentais (OF). A concepção política serve como guia para as decisões estratégicas, garantindo que as ações planejadas estejam em consonância com os interesses nacionais. Neste contexto, considerando a concretização do cenário mais provável, a matriz energética brasileira em 2050 será diversificada e sustentada por uma combinação equilibrada de fontes renováveis e não-renováveis.

Para tanto, tendo em vista os EFFs do cenário mais provável, os pressupostos básicos estão relacionados com a materialização deste cenário, quais sejam:

- **Estabilidade Política**: Continuidade de um ambiente político estável e favorável ao desenvolvimento de políticas de longo prazo.
- **Compromisso com a Sustentabilidade**: Alinhamento das políticas nacionais com os compromissos internacionais de redução de emissões e sustentabilidade ambiental.
- **Incentivos Econômicos**: Disponibilidade de incentivos econômicos e fiscais para promover investimentos em energias renováveis e tecnologias.
- **Avanços Tecnológicos**: Continuidade nos avanços tecnológicos que permitam a redução de custos e aumento da eficiência das fontes renováveis.
- **Cooperação Internacional**: Fortalecimento da cooperação internacional para a integração energética regional e compartilhamento de tecnologias.

2.2.1. CENÁRIO DESEJADO

O cenário desejado projeta uma matriz energética em 2050 fortemente baseada em fontes renováveis, com alta eficiência e baixa emissão de gases de efeito estufa.

EVENTOS FUTUROS FINAIS CONSIDERADOS

- **Transição para energias renováveis**: Com uma grande participação da matriz energética composta por solar, eólica e biomassa, atingindo 50% da matriz.
- **Brasil como líder global em tecnologia de energia renovável**: Exportando conhecimento e soluções sustentáveis.
- **Implementação de uma rede elétrica amplamente inteligente**: Otimizando o uso de energia e minimizando perdas (15,1% em 2022 na geração).
- **Sustentabilidade econômica através de uma cadeia produtiva robusta de energias renováveis**: Gerando milhões de empregos verdes.

- **Erradicação da pobreza energética**: Garantindo acesso universal e igualitário à energia limpa.
- **Cooperação internacional consolidada**: Brasil liderando iniciativas regionais de integração energética.
- **Redução drástica das emissões de CO2**: Posicionando o Brasil como referência mundial em sustentabilidade ambiental.
- **Resiliência energética**: Capacidade de armazenamento de energia aprimorada, suportando variabilidades climáticas.
- **Desenvolvimento de novas tecnologias de energias renováveis**: Mantendo a competitividade e inovação contínua.
- **Inclusão social através de programas de capacitação e formação em energias renováveis**: Promovendo a equidade e desenvolvimento regional.
- **Segurança energética reforçada**: Proteção eficiente das infraestruturas críticas e estratégias de defesa avançadas.
- **Harmonização das políticas públicas de energia com outros setores**: Como transporte e agricultura, promovendo um desenvolvimento integrado e sustentável.
- **Incentivos constantes à pesquisa e desenvolvimento em energias renováveis**: Garantindo a liderança tecnológica do Brasil.
- **Melhoria significativa da qualidade de vida**: Redução da poluição e melhorias na saúde pública derivadas de um ambiente mais limpo.
- **Fortalecimento das instituições responsáveis pela regulação e fiscalização do setor energético**: Garantindo transparência e eficiência.

2.2.2. OBJETIVOS DE ESTADO E OBJETIVOS DE GOVERNO

Os Objetivos de Estado (OE) e os Objetivos de Governo (OG) são fundamentais para a construção de políticas públicas e estratégias que visam o desenvolvimento sustentável do setor energético brasileiro. A ESG define que esses objetivos devem estar alinhados com os Objetivos Fundamentais (OF) do país, como a segurança energética, sustentabilidade ambiental e promoção do desenvolvimento econômico.

OBJETIVOS DE ESTADO

- **Segurança Energética (OE 1)**: Garantir um fornecimento de energia estável e contínuo, diversificando a matriz energética para reduzir a dependência de fontes não-renováveis e importações de combustíveis fósseis.
- **Sustentabilidade Ambiental (OE 2)**: Promover a utilização de fontes de energia renováveis para minimizar os impactos ambientais e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.
- **Autonomia Energética (OE 3)**: Fortalecer a capacidade do país de produzir sua própria energia, reduzindo a vulnerabilidade a crises internacionais.

OBJETIVOS DE GOVERNO

- **Incentivo às Energias Renováveis (OG 1)**: Implementar políticas públicas que incentivem a expansão da capacidade instalada de fontes renováveis como solar, eólica, biomassa e hidrelétrica.
- **Desenvolvimento Tecnológico (OG 2)**: Fomentar a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de geração e armazenamento de energia, além de soluções para a eficiência energética.
- **Integração Regional (OG 3)**: promover a integração energética com países vizinhos para aumentar a segurança e otimizar a distribuição de recursos.
- **Eletrificação dos Transportes (OG 4)**: Incentivar a adoção de veículos elétricos e a expansão da infraestrutura de carregamento, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes.

2.2.3. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

A metodologia de planejamento estratégico da ESG destaca a importância de identificar os fatores críticos de sucesso (FCS) para assegurar a concretização dos cenários planejados e o alcance dos objetivos estabelecidos.

Os FCS são elementos essenciais que devem ser gerenciados eficazmente para garantir o sucesso das estratégias de longo prazo. Os FCS identificados no presente estudo, que devem ser gerenciados, são:

- **Governança Eficaz (FCS 1):** estabelecer uma governança robusta e transparente no setor energético, com instituições fortalecidas e processos de decisão eficientes e ágeis.
- **Financiamento Adequado (FCS 2):** assegurar fontes de financiamento suficientes para investimentos em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias energéticas.
- **Capital Humano Qualificado (FCS 3):** desenvolver e manter uma força de trabalho qualificada por meio de programas de capacitação e educação em energias renováveis e tecnologias emergentes.
- **Inovação Contínua (FCS 4):** fomentar a inovação e a pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias que aumentem a eficiência e reduzam os custos das energias renováveis.
- **Parcerias Estratégicas (FCS 5):** estabelecer parcerias estratégicas com o setor privado, governos estrangeiros e instituições de pesquisa para compartilhar conhecimentos e recursos.
- **Infraestrutura Resiliente (FCS 6):** desenvolver uma infraestrutura energética resiliente que possa suportar eventos climáticos extremos e outras ameaças.
- **Engajamento Social (FCS 7):** promover o engajamento da sociedade e a conscientização sobre a importância das energias renováveis e da sustentabilidade ambiental.
- **Políticas Públicas Integradas (FCS 8):** implementar políticas públicas integradas que harmonizem os interesses do setor energético com outros setores como transporte, agricultura e indústria.

Ao identificar e gerenciar adequadamente esses FCS, o Brasil estará melhor posicionado para alcançar os seus Objetivos de Estado e de Governo, promovendo uma matriz energética sustentável, segura e eficiente até 2050.

ESTRUTURA DE ASSOCIAÇÃO ENTRE OS OE, OG E FCS

Segurança Energética (OE 1)

- **Incentivo às Energias Renováveis (OG 1)** >FCS 1
  >FCS 2
- **Desenvolvimento Tecnológico (OG 2)** >FCS 3
  >FCS 4

- **Integração Regional (OG 3)** >FCS 5
  >FCS 6
- **Eletrificação dos Transportes (OG 4)** >FCS 7
  >FCS 8

Sustentabilidade Ambiental (OE 2)

- **Incentivo às Energias Renováveis (OG 1)** >FCS 1
  >FCS 2
- **Desenvolvimento Tecnológico (OG 2)** >FCS 3
  >FCS 4
- **Integração Regional (OG 3)** >FCS 5
  >FCS 6
- **Eletrificação dos Transportes (OG 4)** >FCS 7
  >FCS 8

Autonomia Energética (OE 3)

- **Incentivo às Energias Renováveis (OG 1)** >FCS 1
  >FCS 2
- **Desenvolvimento Tecnológico (OG 2)** >FCS 3
  >FCS 4
- **Integração Regional (OG 3)** >FCS 5
  >FCS 6
- **Eletrificação dos Transportes (OG 4)** >FCS 7
  >FCS 8

3. FASE ESTRATÉGICA

Nesta etapa é definido o emprego dos meios para alcançar os objetivos do planejamento estabelecidos, bem como a formulação e escolha das estratégias. Logo, essa fase desdobra-se em Concepção Estratégica e Programação. Os resultados destes dois processos são aproveitados na Fase da Gestão. (ESG, 2023).

3.1. CONCEPÇÃO ESTRATÉGICA

3.1.1. LEVANTAMENTO DOS ÓBICES

Uma vez definidos os OE e OG (estágio final da Fase Política), é feito o levantamento dos Óbices que podem se interpor (Fatores Adversos) ou se contrapor (Antagonismos) aos objetivos estabelecidos (ESG, 2023). Neste momento, é importante analisar o quanto os Fatores Adversos ou os Antagonismos poderão interferir ou, até mesmo, impactar no estabelecimento e na implementação das Linhas de Ação Estratégicas, as quais possibilitarão à consecução dos Objetivos de Estado e de Governo, formulados na Fase Política. Assim sendo, levantou-se os seguintes:

I. **Fatores Adversos**

- **Sazonalidade dos recursos naturais:** escassez de ventos, crises hídricas, dificuldade de obtenção de insumos podem prejudicar a geração de energia a partir de fontes renováveis.
- **Tecnologia e Infraestrutura:** Falta de infraestrutura adequada e tecnologias avançadas para a exploração eficiente das fontes de energia alternativas.
- **Recursos Financeiros:** Altos custos iniciais de investimento para desenvolvimento e implementação das tecnologias de energia alternativa.
- **Capacitação e Conhecimento:** Falta de mão de obra qualificada e conhecimento técnico local para operar e manter sistemas de energia.
- **Aceitação Social:** Resistência da população local em adotar novas formas de energia devido à falta de informação ou preconceitos.

II. **Antagonismos**

- **Interesses Econômicos:** Oposição de empresas e indústrias que atualmente dependem de combustíveis fósseis e veem nas fontes alternativas uma ameaça aos seus lucros.
- **Grupos de Pressão:** Ambientalistas que podem se opor a determinados projetos de energias alternativas devido a impactos ecológicos locais, como a construção de usinas hidrelétricas.
- **Regulação e Legislação:** Conflitos entre políticas de governo, onde novas regulamentações podem criar dificuldades para a implementação de energias.
- **Interesses Políticos:** Partidos políticos ou líderes que podem resistir a mudanças energéticas devido a agendas políticas ou interesses eleitorais.
- **Conflitos de Uso da Terra:** Disputas sobre o uso de terras, onde terrenos destinados a projetos de energia alternativa podem entrar em conflito com usos agrícolas ou habitacionais.

3.1.2. LINHA DE AÇÃO ESTRATÉGICA

No estágio definição das Linha de Ação Estratégica (LAE), inicialmente são identificadas as Ações Estratégicas que contribuem para assegurar que os FCS sejam identificados e discriminados adequadamente, a fim de alcançar os objetivos almejados. Os objetivos pretendidos somente poderão ser atingidos a partir de um ou mais conjuntos sequenciados de Ações Estratégicas (ESG, 2023). Sendo assim, elaborou-se as seguintes LAE, acompanhadas das respectivas ações:

- **LAE 1: Desenvolver Tecnologias e Inovar**
  - Ação 1 – Investir em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para energias renováveis.
  - Ação 2 – Promover parcerias entre universidades, centros de pesquisa e empresas privadas.
  - Ação 3 – Implementar incentivos fiscais para inovação tecnológica.
- **LAE 2: Melhorar Infraestrutura e Logística**
  - Ação 1 – Melhorar a infraestrutura existente para suportar novas tecnologias de energia.
  - Ação 2 – Investir em redes de transmissão e distribuição eficientes.
  - Ação 3 – Criar políticas para facilitar a integração de novas fontes de energia ao sistema elétrico.

- **LAE 3: Capacitar e Educar**
  - Ação 1 – Desenvolver programas de capacitação e treinamento para mão de obra local.
  - Ação 2 – Integrar disciplinas sobre energias renováveis nos currículos escolares e universitários.
  - Ação 3 – Promover workshops e seminários sobre energias alternativas.
- **LAE 4: Incentivar Economia e Finanças**
  - Ação 1 – Estabelecer linhas de crédito específicas para projetos.
  - Ação 2 – Oferecer subsídios e incentivos fiscais para a adoção de tecnologias limpas.
  - Ação 3 – Criar mecanismos de financiamento para startups de energia.
- **LAE 5: Regular e Implementar Políticas Públicas**
  - Ação 1 – Atualizar e criar regulamentações que favoreçam a implantação de energias renováveis.
  - Ação 2 – Estabelecer metas de uso de energias renováveis.
  - Ação 3 – Promover a criação de um marco regulatório claro e eficiente.
- **LAE 6: Desenvolver Sustentabilidade Regional**
  - Ação 1 – Identificar áreas estratégicas para o desenvolvimento de projetos de energias renováveis.
  - Ação 2 – Promover o uso de terras ociosas para a instalação de parques solares e eólicos.
  - Ação 3 – Integrar projetos com programas de desenvolvimento regional.
- **LAE 7: Conscientizar e Engajar a Sociedade**
  - Ação 1 – Realizar campanhas de conscientização sobre os benefícios.
  - Ação 2 – Incentivar a participação da comunidade nos projetos.
  - Ação 3 – Promover o engajamento de ONGs e entidades sociais no processo de transição energética.
- **LAE 8: Promover Sustentabilidade Ambiental e Preservação**
  - Ação 1 – Implementar práticas de gestão ambiental em projetos.
  - Ação 2 – Minimizar os impactos ambientais das novas tecnologias.
  - Ação 3 – Promover a recuperação de áreas degradadas.
- **LAE 9: Estabelecer Parcerias Internacionais e Cooperação Técnica**
  - Ação 1 – Estabelecer acordos de cooperação com países líderes.

- Ação 2 – Participar de consórcios internacionais de pesquisa.
- Ação 3 – Atrair investimentos estrangeiros para o setor.

3.1.3. TESTES DE “AEA”

Realizada a definição das LAEs, pode-se submetê-las aos Testes de Adequabilidade, Exequibilidade e Aceitabilidade (AEA). Os dois primeiros são de caráter eliminatório, representando uma condição necessária para que cada LAE remanescente seja submetida ao último teste, que é classificatório (ESG, 2023).

3.1.3.1. TESTE DE ADEQUABILIDADE

O Teste de Adequabilidade ou eficácia visa verificar se cada LAE cumpre o propósito para o qual foi concebida. Deve responder à seguinte pergunta: na moldura temporal estabelecida, a LAE garante o alcance do objetivo pretendido? Caso a resposta seja negativa, a LAE será descartada por ser inadequada. Os parâmetros de julgamento deste teste incluem pertinência, integridade, nível da abordagem e oportunidade. Caso a resposta seja negativa, a LAE será descartada, por ser inadequada.

Considerando a realização do teste, verificou-se que todas as respostas foram positivas para os parâmetros estabelecidos. Constatou-se que as LAEs atenderam positivamente aos critérios. Em cada aspecto avaliado, demonstraram uma relação direta e integral com os problemas identificados, cumpriram os requisitos e limitações pertinentes, e se mostraram capazes de alcançar os objetivos propostos dentro do lapso temporal definido. Dessa forma, conclui-se que todas as LAEs analisadas são adequadas e eficazes, e, portanto, não haverá o descarte de nenhuma delas.

3.1.3.2. TESTE DE EXEQUIBILIDADE

As LAE aprovadas no teste anterior são submetidas ao Teste de Exequibilidade, no qual será respondida a seguinte questão: diante dos óbices identificados, é possível executar a LAE pretendida, com os meios disponíveis, na moldura de tempo estabelecida? A resposta negativa implica descartar a LAE, agora reconhecida como inexequível. Uma LAE é exequível quando, independentemente

de seu custo, pode ser executada, uma vez considerados os meios existentes e as restrições operacionais e temporais.

Após a realização do Teste de Exequibilidade, todas as Linhas de Ação Estratégica (LAEs) foram avaliadas quanto à disponibilidade de recursos humanos, materiais, financeiros e tecnológicos, bem como à adequação ao horizonte temporal estabelecido. Em cada uma dessas categorias, as LAEs atenderam satisfatoriamente aos critérios definidos, demonstrando que, mesmo diante dos óbices identificados, elas são praticáveis e exequíveis. Todas as LAEs analisadas receberam aprovação positiva, indicando que podem ser executadas com os meios disponíveis e dentro das restrições operacionais e temporais estipuladas. Portanto, nenhuma LAE será descartada, e todas serão implementadas conforme planejado.

3.1.3.3. TESTE DE ACEITABILIDADE

Realizado os testes anteriores, procedeu-se ao Teste de Aceitabilidade para avaliar as Linhas de Ação Estratégica Conservadas (LAEC). A matriz de aceitabilidade foi elaborada utilizando critérios Políticos, Financeiros, Logísticos e Técnicos, cada um com uma pontuação. Cada LAEC foi pontuada com base nesses critérios, e a pontuação total foi calculada pela soma dos produtos das pontuações individuais pelos pesos dos critérios. A LAEC com a maior pontuação total é geralmente a mais recomendada, mas a decisão final cabe ao Decisor Estratégico (ESG, 2023).

A LAE 6 - "Desenvolver Sustentabilidade Regional" foi selecionada com base nos resultados da matriz de aceitabilidade. Esta LAE obteve uma pontuação elevada em todos os critérios, destacando-se especialmente nos aspectos Político e Técnico. Politicamente, a promoção do desenvolvimento sustentável em regiões estratégicas alinha-se com as prioridades nacionais de reduzir as emissões de carbono e promover a energia renovável.

Além disso, a iniciativa tem forte apoio de diversas partes interessadas, incluindo governos locais e ONGs, o que facilita sua implementação e aumenta a probabilidade de sucesso. Tecnicamente, a LAE 6 mostrou-se viável devido à disponibilidade de tecnologias avançadas para a geração de energia renovável, como solar e eólica, que são adaptáveis às condições regionais. A implementação desses projetos não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas

também gera benefícios econômicos significativos, como a criação de empregos e o desenvolvimento de infraestrutura local. A integração com programas de desenvolvimento regional potencializa esses benefícios, tornando a LAE 6 uma escolha estratégica para promover um crescimento econômico sustentável e inclusivo. Assim, a combinação de alta pontuação nos critérios políticos e técnicos, juntamente com o forte alinhamento com os objetivos nacionais de sustentabilidade, justifica a seleção da LAE 6.

3.1.4. OPÇÃO ESTRATÉGICA

Considerando os motivos já expostos anteriormente, a LAE 6 - "Desenvolver Sustentabilidade Regional" se tornou a opção estratégica selecionada para o desenvolvimento do plano estratégico. Essa LAE foca na promoção do desenvolvimento sustentável nas regiões através da implementação de projetos de energias renováveis. Com o objetivo de transformar áreas estratégicas em polos de geração de energia limpa, a iniciativa integra esses projetos com programas de desenvolvimento regional, buscando maximizar os benefícios sociais, econômicos e ambientais, e promover um crescimento sustentável e inclusivo.

As ações estratégicas associadas à LAE 6 são:

- identificar áreas estratégicas para projetos de energias renováveis;
- mapear as regiões com potencial para instalação de parques solares e eólicos;
- avaliar ambientalmente e socioeconomicamente as áreas identificadas para garantir a viabilidade dos projetos;
- promover o uso de terras ociosas, áreas não cultivadas ou subutilizadas para a instalação de projetos de energia solar e eólica;
- facilitar processos de licenciamento e regulamentação para acelerar a implementação dos projetos;
- integrar projetos de energia com programas de desenvolvimento regional;
- coordenar esforços entre governos locais, estaduais e federais para alinhar projetos de energia com planos de desenvolvimento regional;
- promover parcerias público-privadas para financiar e operar os projetos de energia renovável.

Os principais óbices para a implementação da LAE 6 incluem:

- sazonalidade dos recursos naturais: a variabilidade na disponibilidade de sol e vento pode afetar a constância da geração de energia;
- interesses econômicos: resistência de setores que dependem de combustíveis fósseis, que podem ver as energias renováveis como uma ameaça;
- tecnologia e infraestrutura: necessidade de atualização tecnológica e expansão da infraestrutura para suportar novos projetos de energia;
- capacitação e conhecimento: falta de mão de obra qualificada e de conhecimento técnico na região para operar e manter as novas tecnologias de energia renovável.

As principais vantagens detectadas são:

- redução da dependência de fontes de energia não renováveis;
- desenvolvimento econômico regional através da criação de empregos e atração de investimentos;
- proteção do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida pela redução das emissões de gases de efeito estufa.

As principais Desvantagens são:

- altos custos iniciais de investimento e desenvolvimento de infraestrutura;
- desafios na gestão e manutenção contínua dos projetos devido à variabilidade dos recursos naturais.

Os benefícios incluem:

- promoção de um desenvolvimento regional mais equilibrado e sustentável;
- aumento da segurança energética com fontes diversificadas;
- estímulo à inovação tecnológica e ao crescimento econômico verde.

Os principais Prejuízos incluem:

- possíveis impactos ambientais locais durante a instalação dos projetos;
- deslocamento de atividades econômicas tradicionais em áreas convertidas para uso em energias renováveis.

Para superar os óbices identificados, serão adotadas as seguintes medidas:

- garantir a disponibilidade de recursos financeiros através de parcerias público-privadas e incentivos governamentais;
- investir na capacitação de mão de obra em tecnologias de energia renovável;

- estabelecer um plano detalhado de recursos humanos, materiais e tecnológicos necessários para cada projeto;
- definir claramente os prazos e os custos envolvidos nas fases dos projetos.

Quanto à definição das prioridades, essas incluem:

- priorizar projetos em áreas com maior potencial e menos obstáculos ambientais e sociais;
- sequenciar as ações de forma a maximizar a eficiência e a eficácia dos projetos implementados.

Quanto ao estabelecimento de Prazos e Responsabilidades, incluem-se:

- definir prazos claros para cada fase dos projetos, desde o planejamento até a operação;
- atribuir responsabilidades específicas a órgãos governamentais, empresas parceiras e outras partes interessadas.

Quanto a Revisão dos Riscos e Benefícios, incluem-se:

- realizar avaliações contínuas dos riscos associados a cada projeto para ajustá-los conforme necessário;
- reavaliar os benefícios esperados periodicamente para assegurar que os objetivos de desenvolvimento sustentável estão sendo alcançados.

Esta abordagem estruturada visa garantir que a implementação da LAE 6 contribua de maneira efetiva para o desenvolvimento sustentável regional, alinhando-se aos objetivos estratégicos nacionais de promover a diversificação das fontes de energias renováveis e a sustentabilidade ambiental.

3.1.5. DIRETRIZES ESTRATÉGICAS

Como base no que foi desenvolvido nas etapas anteriores, neste tópico são formuladas as diretrizes estratégicas. Como preconizado no manual de planejamento da ESG (2023), são fundamentais no processo de construção da estratégia e servem como o ponto de partida, orientando as instâncias de governança na priorização dos objetivos institucionais. As diretrizes estratégicas delineiam a missão e os objetivos, estabelecendo uma base para a execução de políticas públicas e projetos que visam alcançar os objetivos estratégicos definidos.

No Desenho 11 são apresentadas as definições concebidas neste estudo.

DESENHO 14–AÇÃO ESTRATÉGICA E DIRETRIZ ESTRATÉGICA

Ação Estratégica	Diretriz Estratégica	Prazo	Responsável
Identificar Áreas Estratégicas para Projetos de Energias Renováveis	Realizar um estudo abrangente para identificar regiões com potencial para a implementação de projetos de energias renováveis, priorizando áreas com menor impacto ambiental e maior viabilidade socioeconômica.	6 meses	Ministério de Minas e Energia (MME)
Mapear as regiões com potencial para instalação de parques solares e eólicos	Desenvolver um mapa detalhado das regiões identificadas, utilizando tecnologias de georreferenciamento para auxiliar na visualização e planejamento estratégico dos projetos.	8 meses	Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)
Avaliar ambientalmente e socioeconomicamente as áreas identificadas para garantir a viabilidade dos projetos	Realizar avaliações ambientais e socioeconômicas rigorosas nas áreas mapeadas, assegurando que os projetos sejam sustentáveis e tragam benefícios às comunidades locais.	12 meses	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Promover o Uso de Terras Ociosas	Implementar políticas de incentivo ao uso de terras ociosas, oferecendo subsídios e benefícios fiscais para projetos de energia renovável em terras não cultivadas ou subutilizadas.	10 meses	Ministério da Agricultura (MAPA)
Incentivar a utilização de terras não cultivadas ou subutilizadas para a instalação de projetos de energia solar e eólica	Estabelecer parcerias com proprietários de terras e governos locais para facilitar a conversão de terras não cultivadas ou subutilizadas em locais para a instalação de projetos de energia.	14 meses	Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)
Facilitar processos de licenciamento e regulamentação para acelerar a implementação dos projetos	Simplificar e agilizar os processos de licenciamento e regulamentação ambiental, criando um sistema de licenciamento integrado e eficiente para projetos de energia renovável.	6 meses	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Integrar Projetos de Energia com Programas de Desenvolvimento Regional	Coordenar a integração dos projetos de energia renovável com os programas de desenvolvimento regional, garantindo que estes contribuam para o desenvolvimento econômico e social.	18 meses	Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)
Coordenar esforços entre governos locais, estaduais e federais para alinhar projetos de energia com planos de desenvolvimento	Estabelecer um comitê intergovernamental para coordenar esforços entre governos locais, estaduais e federais, assegurando que os projetos de energia estejam alinhados com os planos de desenvolvimento regional.	16 Meses	Casa Civil da Presidência da República
Promover parcerias público-privadas para financiar e operar os projetos de energia renovável	Incentivar a formação de parcerias público-privadas (PPP) para o financiamento e operação de projetos de energia renovável, proporcionando segurança jurídica e incentivos econômicos.	12 Meses	Ministério da Economia (ME)

Fonte: Elaborado pelos autores

3.2. PROGRAMAÇÃO

Nesta etapa é organizado os aspectos operacionais da Opção Estratégica selecionada por meio das Ações Estratégicas que a compõem e em consonância com as Diretrizes Estratégicas definidas (ESG, 2023).

3.2.1. PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E ORÇAMENTO

A partir da decisão política e da Opção Estratégica são elaborados novos Planos Nacionais, assim como revistos aqueles em andamento, de acordo com as orientações estabelecidas nas Diretrizes Estratégicas, com vistas aos objetivos (ESG, 2023). Assim, com base nestes pressupostos, encontrou os seguintes Planos, Programas e Projetos e Orçamentos nos atuais Planos em Vigor:

DESENHO 15–PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E ORÇAMENTO

Diretriz Estratégica	Planos, Programas e Projetos	Orçamento
Identificar Áreas Estratégicas para Projetos de Energias Renováveis	O PDE 2029 inclui estudos prospectivos para identificar o potencial de geração eólica e solar em várias regiões do Brasil.	Não especificado
Mapear as Regiões com Potencial para Instalação de Parques Solares e Eólicos	O PDE 2029 destaca a contratação de 706 empreendimentos eólicos e 149 empreendimentos solares fotovoltaicos, concentrados nas regiões Nordeste e Sudeste.	Não especificado
Avaliar Ambientalmente e Socioeconomicamente as Áreas Identificadas para Garantir a Viabilidade dos Projetos	A implementação dos projetos é acompanhada por estudos ambientais e socioeconômicos para garantir a viabilidade e a minimização de impactos.	Não especificado
Promover o Uso de Terras Ociosas	O plano menciona a estratégia de utilizar terras ociosas para projetos de energia, maximizando o uso de recursos disponíveis.	Não especificado
Incentivar a Utilização de Terras Não Cultivadas ou Subutilizadas para a Instalação de Projetos de Energia Solar e Eólica	O PDE 2029 incentiva o uso de áreas subutilizadas, especialmente no Nordeste, onde há grande potencial para energia solar e eólica.	Não especificado
Facilitar Processos de Licenciamento e Regulamentação para Acelerar a Implementação dos Projetos	O documento menciona a necessidade de aprimorar os processos de licenciamento para facilitar a expansão rápida e eficiente das energias renováveis.	Não especificado
Integrar Projetos de Energia com Programas de Desenvolvimento Regional	Há um esforço contínuo para alinhar os projetos de energia renovável com os planos de desenvolvimento regional, promovendo a coesão econômica e social.	Não especificado
Coordenar Esforços entre Governos Locais, Estaduais e Federais para Alinhar Projetos de Energia com Planos de Desenvolvimento Regional	A coordenação entre diferentes níveis de governo é crucial para o sucesso dos projetos e para garantir que atendam aos objetivos regionais e nacionais.	Não especificado
Promover Parcerias Público-Privadas para Financiar e Operar os Projetos de Energia Renovável	A promoção de parcerias público-privadas (PPP) é uma estratégia central no PDE 2029 para financiar e implementar projetos de energia renovável.	Não especificado

Fonte: Elaborado pelos Autores.

4. FASE DA GESTÃO

A Fase da Gestão cuida dos processos de execução e controle das ações previstas na etapa anterior, sendo composta pelas etapas Execução e Controle (ESG, 2023).

4.1. EXECUÇÃO

Na etapa da execução é aplicado o planejamento por intermédio de uma transformação ordenada que visa realizar a passagem da situação atual para a situação futura pretendida. Ressalta-se que, em geral, as ações correspondem a problemas de vulto e requerem o concurso de multidisciplinar de Atores (ESG, 2023).

A execução dos Planos Nacionais envolve o Poder Nacional em seus cinco Campos de Expressão. Portanto, implica a união e a coordenação de esforços de diversas áreas, cujo grau de participação depende: da natureza e magnitude do problema; de sua importância; do grau de urgência; da tendência da situação em que se desenvolve o problema; e dos recursos e meios necessários para a sua superação.

4.1.1. COORDENAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

A coordenação para a concretização das diretrizes estratégicas, dos Planos, Programas e Projetos elencadas na Fase Estratégica deve seguir um modelo estruturado e eficiente. A complexidade das ações estratégicas necessita de uma execução coordenada para assegurar o emprego do Poder Nacional. O objetivo principal da coordenação é racionalizar as atividades, otimizando o uso dos recursos e meios disponíveis para alcançar os objetivos estratégicos (ESG, 2023).

A coordenação pode implicar na formação de comissões interministeriais, forças-tarefa e grupos de trabalho, incluindo órgãos públicos em diferentes níveis e organizações privadas. Estes mecanismos visam compatibilizar interesses e necessidades dos atores envolvidos, e podem ser caracterizados por sua abrangência em âmbito nacional, regional e setorial. Assim, com o fim de coordenar a LAEC "Desenvolver Sustentabilidade Regional", considerou-se essencial:

I. a formação de Comitês Interministeriais: Estabelecimento de comitês compostos por representantes dos Ministérios do Desenvolvimento Regional, Minas e Energia, Meio Ambiente, Agricultura, Economia e Casa Civil para coordenar os esforços e alinhar os projetos com os planos de desenvolvimento;
II. Transferências de Recursos Intergovernamentais: Implementação de mecanismos de transferência de recursos entre União, Estados e Municípios para financiar e suportar os projetos de energias, garantindo que os recursos financeiros sejam devidamente alocados e utilizados de forma eficiente;
III. Parcerias Público-Privadas (PPP): Incentivar a formação de parcerias com o setor privado para o financiamento, desenvolvimento e operação de projetos de energia. As PPPs são essenciais para proporcionar segurança jurídica e incentivos econômicos, atraindo investimentos e expertise do setor privado;
IV. Simplificação de Processos: Simplificação e agilização dos processos de licenciamento e regulamentação ambiental através da criação de um sistema integrado de licenciamento, facilitando a implementação rápida e eficaz dos projetos de energia renovável; e
V. Coordenação de Esforços entre Governos Locais e Federais: Estabelecimento de um comitê intergovernamental para coordenar os esforços entre governos locais, estaduais e federais, assegurando que os projetos de energia estejam alinhados com os planos de desenvolvimento regional e promovam o desenvolvimento econômico e social das regiões.

4.2. CONTROLE

O processo de controle corresponde à última etapa da Fase de Gestão e, portanto, do método de planejamento da ESG. A etapa controle é composta por dois estágios fundamentais: Acompanhamento e Avaliação (ESG, 2023).

4.2.1. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O acompanhamento e a avaliação das diretrizes estratégicas são essenciais para garantir a eficiência e eficácia da execução dos planos, programas e projetos estabelecidos. Este plano visa proporcionar um sistema contínuo e estruturado de

monitoramento e avaliação, assegurando intervenções tempestivas e correções necessárias ao longo do processo. Os principais objetivos deste processo são:

- verificar a implantação dos planos, programas e projetos estabelecidos;
- comparar o que foi realizado em relação ao previsto;
- identificar atrasos, insuficiências de recursos e desvios de objetivos;
- proporcionar ao decisor estratégico um sistema de alerta antecipado; e
- avaliar a eficácia das ações, otimizando os meios e alcançando os objetivos.

A estrutura do Plano de Acompanhamento e Avaliação proposta inclui:

I. **Indicadores de Desempenho:**
   - implantação: projetos iniciados e concluídos no prazo;
   - recursos: humanos, materiais e financeiros alocados e utilizados;
   - impacto: redução nas emissões de carbono, aumento da geração de energia renovável, melhoria na qualidade de vida das comunidades locais.

II. **Níveis de Tolerância:**
   - estabelecer níveis de tolerância para atrasos, desvios de orçamento e cumprimento de metas; e
   - definir limites aceitáveis para variações nos indicadores de desempenho.

III. **Metodologia de Acompanhamento**
   - frequência: acompanhamento trimestral com revisões anuais detalhadas;
   - ferramentas: relatórios de progresso, reuniões de status, sistemas de monitoramento digital; e
   - responsabilidades: designação de responsáveis pelo acompanhamento em cada ministério e órgão envolvido.

IV. **Processo de Avaliação:**
   - periodicidade: avaliações semestrais e ao final de cada ano fiscal;
   - métodos: auditorias, análise de dados, feedback de stakeholders; e
   - critérios: pertinência dos objetivos, eficiência dos recursos utilizados, eficácia dos resultados alcançados.

V. **Procedimentos de Intervenção:**
   - ações corretivas: plano para abordar atrasos e desvios identificados;
   - alocação de recursos: reavaliação de recursos conforme necessário; e
   - revisão de metas: ajustes nas metas com base nos resultados.

VI. **Relatórios e Comunicação:**

- relatórios trimestrais: detalhando o progresso e identificando áreas críticas;
- relatórios anuais: análise abrangente do desempenho e recomendações para o próximo período; e
- comunicação: informar regularmente o decisor estratégico e outros stakeholders sobre o status e os resultados do acompanhamento e avaliação.

A implementação das diretrizes estratégicas, como detalhada no Desenho 13, requer uma coordenação robusta e um acompanhamento contínuo para garantir que os objetivos sejam alcançados de forma eficiente e eficaz. Este plano de acompanhamento e avaliação fornece a estrutura necessária para monitorar o progresso, identificar problemas e realizar intervenções tempestivas, garantindo que as diretrizes estratégicas sejam plenamente concretizadas.

DESENHO 16 – INDICADORES DE DESEMPENHO

Diretriz Estratégica	Indicadores de Desempenho	Níveis de Tolerância
Identificar Áreas Estratégicas para Projetos de Energias Renováveis	Número de áreas identificadas Percentual de áreas com potencial Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 1 mês Variação de até 10% no orçamento
Mapear as Regiões com Potencial para Instalação de Parques Solares e Eólicos	Número de regiões mapeadas Percentual de regiões mapeadas Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 2 meses Variação de até 15% no orçamento
Avaliar Ambientalmente e Socioeconomicamente as Áreas Identificadas	Número de avaliações realizadas Percentual de áreas aprovadas Impactos socioeconômicos	Atraso máximo de 3 meses Variação de até 10% no orçamento
Promover o Uso de Terras Ociosas	Número de terras ociosas Percentual de terras reutilizadas Benefícios fiscais concedidos	Atraso máximo de 1 mês Variação de até 5% no orçamento
Incentivar a Utilização de Terras Não Cultivadas para Projetos de Energia	Número de terras subutilizadas Percentual de terras convertidas Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 2 meses Variação de até 10% no orçamento
Facilitar Processos de Licenciamento e Regulamentação	Tempo médio de licenciamento Percentual de projetos licenciados Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 1 mês Variação de até 5% no orçamento
Integrar Projetos de Energia com Programas de Desenvolvimento Regional	Número de projetos integrados Projetos x planos regionais Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 2 meses Variação de até 10% no orçamento
Coordenar Esforços entre Governos Locais, Estaduais e Federais para Alinhar Projetos	Número de reuniões de coordenação Percentual de projetos alinhados Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 1 mês Variação de até 5% no orçamento
Promover Parcerias Público-Privadas para Projetos de Energia Renovável	Número de parcerias estabelecidas Percentual de projetos financiados Recursos alocados e utilizados	Atraso máximo de 3 meses Variação de até 15% no orçamento

Fonte: Elaborado pelos Autores.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a importância das fontes alternativas de energia para o desenvolvimento regional no Brasil, com especial foco na diversificação da matriz elétrica. O estudo evidenciou que a matriz energética brasileira, predominantemente composta por fontes renováveis, como a hidráulica, eólica, solar e biomassa, posiciona o país como um líder em sustentabilidade energética global.

Ao longo deste trabalho, utilizou-se a metodologia de planejamento estratégico da Escola Superior de Guerra, que permitiu uma análise abrangente das tendências, políticas públicas e barreiras à implementação de energias renováveis. A pesquisa histórica do setor elétrico brasileiro revelou uma trajetória de adaptação e progresso, culminando na atual predominância de fontes renováveis, fator crucial para a segurança energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Os objetivos propostos foram amplamente alcançados. Identificou-se que a diversificação da matriz elétrica não apenas promove a sustentabilidade ambiental, mas também gera impactos socioeconômicos significativos, como a criação de empregos e a inovação tecnológica. Além disso, o estudo demonstrou que a adoção de fontes alternativas de energia pode reduzir a dependência de combustíveis fósseis, aumentar a competitividade econômica do país e promover a coesão social ao democratizar o acesso à energia limpa.

A problemática apresentada inicialmente, referente aos desafios e oportunidades na promoção de fontes alternativas de energia para o desenvolvimento regional, foi respondida de maneira satisfatória. Os resultados indicam que, apesar das barreiras existentes, como a necessidade de maiores incentivos governamentais e a adaptação da infraestrutura existente, as políticas públicas voltadas para o fomento das energias renováveis têm demonstrado sucesso em promover uma matriz elétrica mais diversificada e sustentável.

Um dos aspectos mais relevantes identificados foi o impacto positivo das políticas de incentivo fiscal e financiamento direcionado, que têm facilitado o aumento da capacidade instalada de fontes renováveis. A análise mostrou que a criação de linhas de crédito específicas e a redução de impostos sobre equipamentos de energia solar e eólica, por exemplo, são fundamentais para impulsionar o crescimento do setor. Além disso, as parcerias público-privadas

emergem como uma solução eficaz para superar os desafios financeiros e tecnológicos, promovendo uma sinergia que beneficia tanto o setor privado quanto o público.

Outro ponto de destaque foi a necessidade de investir em educação e capacitação profissional para acompanhar o avanço tecnológico no setor de energias renováveis. A formação de mão de obra qualificada é crucial para garantir a operação eficiente e a manutenção dos novos sistemas de energia, além de fomentar a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias. Instituições de ensino e centros de pesquisa desempenham um papel vital nesse processo, sendo recomendável que políticas públicas também se direcionem para a criação de cursos e programas de formação especializados.

Para futuras pesquisas, é fundamental identificar lacunas no conhecimento atual sobre o tema. Sugere-se a realização de estudos mais detalhados sobre o impacto socioeconômico das energias renováveis em comunidades específicas, analisando como a geração distribuída pode ser potencializada para beneficiar regiões remotas. Além disso, explorar novas tecnologias de armazenamento de energia e a digitalização do setor elétrico pode fornecer insights valiosos para a continuidade da transição energética.

Também é recomendável investigar políticas comparativas de sucesso em outros países, adaptando-as ao contexto brasileiro para otimizar a implementação de energias renováveis. A análise de modelos de financiamento inovadores para projetos de energia limpa pode abrir novas perspectivas para atrair investimentos e acelerar a expansão dessas fontes no Brasil.

Em suma, a conclusão deste estudo reafirma a relevância das fontes alternativas de energia para o desenvolvimento sustentável do Brasil. A continuidade da pesquisa e a implementação de políticas eficazes são essenciais para consolidar o país como um líder global em energia renovável, promovendo não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também o crescimento econômico e a equidade social.

BIBLIOGRAFIA

ABRÃO, L. A. **Geopolítica das Energias Renováveis**: O Papel do Brasil na Transição Energética Global. In: Estudos Internacionais de Energia, 2022. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/moncoes/article/view/14541. Acesso em: 10 jul. 2024.

ALTOÉ, Leandra; COSTA, José Márcio; OLIVEIRA FILHO, Delly; REY MARTINEZ, Francisco Javier; FERRAREZ, Adriano Henrique; VIANA, Lucas de Arruda. **Políticas públicas de incentivo à eficiência energética**. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, p. 285-298, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/j/ea. Acesso em: 14 jul. 2024.

AQUILA, G.; PAMPLONA, E. de O.; QUEIROZ, A. R. de; JUNIOR, P. R.; FONSECA, M. N. **An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 70, 2017, pp. 1090–1098.Disponível em: https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v70y2017icp1090-1098.html. Acesso em: 08 jul. 2024.

AZUELA, Gabriela; BARROSO, Luiz. **Digitalização e Tecnologias Inteligentes no Setor Elétrico**. In: Jornal de Engenharia Elétrica, 2014.

BLACKROCK. **Megatrends: A research study looking at structural shifts in the global economy and how they affect our investment thinking**, 2018. Disponível em: https://www.blackrock.com/sg/en/literature/whitepaper/megatrend-hk-sg-whitepaper.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

BOSCOLO, Rafael. **Hidrogênio Verde como Vetor Energético e de Descarbonização**. 30 abr. 2024. ADESG, Campinas/SP.

BRADSHAW, Jane. **A Revolução Digital no Setor Energético**. In: Energy Digital Magazine, 2023.

BRANDI, Paulo. **Energia elétrica no Brasil: breve cronologia do setor elétrico brasileiro.** 2022. Disponível em: https://memoriadaeletricidade.com.br/artigos/119106/energia-eletrica-no-brasil-breve-cronologia-do-setor-eletrico-brasileiro. Acesso em: 06 maio 2024.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 10 jul. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 dez. 1996.

CASTRO, Nivalde J. de; ROSENTAL, Rubens; GOMES, Victor José Ferreira. **A Integração do Setor Elétrico na América do Sul: Características e Benefícios**. Textos de Discussão do Setor Elétrico, n. 10, GESEL - Grupo de Estudos do Setor

Elétrico, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, setembro de 2009. Disponível em: http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/biblioteca Acesso em: 14 jul. 2024.

COSTA, J. F.; SANTOS, C. A. **Energias Renováveis no Brasil: Potencialidades e Desafios.** In: Revista de Energias Renováveis, 2017.

DE ALMEIDA, E. S.; LONGHI, J.; DOS SANTOS, L. **O Potencial da Biomassa no Brasil**. In: Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2018.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023**. Disponível em: https://www.epe.gov.br. Acesso em: 10 jun. 2024.

EPE. **Fontes de energia.** Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia. Acesso em: 05 maio 2024b.

EPE. **Formas de energia.** Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia. Acesso em: 06 maio 2024d.

EPE. **Matriz energética e elétrica.** Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica. Acesso em: 06 maio 2024c.

EPE. **O que é energia.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>. Acesso em: 05 maio 2024a.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2050.** Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em: http://www.epe.gov.br. Acesso em: 10 jul. 2024.

ESG. **Fundamentos do Poder Nacional.** Rio de Janeiro: ESG, 2024.

ESG. **Metodologia do Planejamento Estratégico.** Rio de Janeiro: ESG, 2023.

GOMES, João Paulo Pombeiro; VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. **O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002**. RAP – Rio de Janeiro, mar./abr. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rap/a/NWxd9HmK8wJBGKMPq6GcLqz/#. Acesso em: 23 abr. 2024.

KEARNEY. **The greatshakeout: Global trends 2020-2025**, 2020. Disponível em: https://www.kearney.com/it/web/global-business-policy-council/article/?/a/test-the-great-shakeout-global-trends-2020-2025. Acesso em: 04 jul. 2024.

MATSUMOTO, Wellynghton Carlos. **Análise das megatendências globais para a próxima metade do século e o setor elétrico brasileiro**. 2022. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão para Competitividade) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/10438/31728. Acesso em: 01 jul. 2024.

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga de; CUNHA, Sieglinde Kindl da. **Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil.** Cad. EBAPE.BR, v. 10, n. 3, p. 645-651, Rio de Janeiro, set. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000300010. Acesso em: 02 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation: Policy Guidance**. OCDE, 2020. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/development/integrating-climate-change-adaptation-into-development-co-operation-policy-guidance_9789264054950-en. Acesso em: 1 jul. 2024.

PAGEL, U. R.; CAMPOS, A. F.; CAROLINO, J. **Análise dos principais desafios ao desenvolvimento das energias renováveis no Brasil**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2019. Disponível em: https://engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/sites/engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/files/field/anexo/artigo_analise_dos_principais_desafios_2.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

PINTO, Carolina. **Em busca de uma arquitetura sustentável: o uso de fontes alternativas de energia.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em: http://www.teses.usp.br. Acesso em: 10 jul. 2024.

ROLAND BERGER. **Trend Compendium 2050: Six megatrends that will shape the world**, 2020. Disponível em: https://www.rolandberger.com/en/Insights/Global-Topics/Trend-Compendium/. Acesso em: 04 jul. 2024.

SIMIONI, José M.; GUIMARÃES, Paulo R. **Eletromobilidade no Brasil: Desafios e Perspectivas**. Revista Brasileira de Transportes, v. 15, n. 3, p. 45-60, 2023. Disponível em: https://www.revistabrasileiradetransportes.com.br/eletromobilidade. Acesso em: 14 jul. 2024.

TOLMASQUIM, Mauricio T. **Mecanismo para a Integração das Energias Renováveis Intermitentes: Armazenamento**. Rio de Janeiro: CAF, 2017. Disponível em: http://scioteca.caf.com. Acesso em: 10 jun. 2024.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva.** Novos Estudos CEBRAP, São Paulo, n. [número], p. [páginas inicial-final], nov. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0101-33002007000300003. Acesso em: 21 jun. 2024.

VENKATACHARY, S.; PRASAD, J.; SAMIKANNU, R. **Cybersecurity infrastructure challenges in IoT based virtual power plants**. Journal of Statistics and Management Systems, v. 23, n. 5, p. 721-736, 2020. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09720510.2020.1724625. Acesso em: 23 jun. 2024.

VICHI, Flavio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. **Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial.** Quim. Nova, São Paulo, v. 32, n. 3, p.

757-767, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300019 Acesso em: 25 jun. 2024.

VILLAS-BÔAS, Pedro Meirelles; SILVEIRA, José Maria Ferreira Jardim da; VILLAS-BÔAS, Fernando Rocha. **Stakeholder Perspectives on Energy Auctions: A Case Study in Roraima**, Brazil. Energies, v. 16, n. 14, p. 5359, 2023. DOI: 10.3390/en16145359. Disponível em: https://www.mdpi.com/1996-1073/16/14/5359 Acesso em: 19 jun. 2024.

WOOD MACKENZIE. **Relatório de Transição Energética.** Disponível em: https://www.woodmac.com. Acesso em: 15 jun. 2024.

Z_PUNKT. **Megatrends update: Understanding the Dynamics of Global Change**, 2021. Disponível em: https://z-punkt.de/uploads/files/web1_zp_megatrends_a5.pdf Acesso em: 09 jul. 2021.

COMPONENTES DOGRUPO

Número	Nome	Título Profissional	Função no Grupo	Assinatura
	André **Micoski** Luz	Militar	Dirigente	
	Ede Carlos Silva Lima	Engenheiro / Bombeiro	Controlador	
	Guilherme de Almeida Gay	Advogado	Apresentador	
	Paulo Sérgio Pereira da **Rocha** Júnior	Administrador/ Advogado	Relator	