

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
CIÊNCIAS ECONÔMICAS

CAROLINE GABRIELLE SILVA CARVALHO

MUDANÇA DA MATRIZ ENERGÉTICA: PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

UBERLÂNDIA - MG

2024

CAROLINE GABRIELLE SILVA CARVALHO

MUDANÇA DA MATRIZ ENERGÉTICA: PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

Monografia apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Profa. Dra. Aracy Alves de Araújo

UBERLÂNDIA – MG

2024

CAROLINE GABRIELLE SILVA CARVALHO

MUDANÇA DA MATRIZ ENERGÉTICA: PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

Monografia apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

BANCA EXAMINADORA

Uberlândia, 21 de Novembro de 2024.

Profa. Dra. Aracy Alves de Araújo

Profa. Dra. Fernanda Maciel Peixoto

Prof. Dr. Marcelo Sartorio Loural

AGRADECIMENTOS

Finalizo essa etapa com muito orgulho e felicidade, sem dúvida, representa a realização de um sonho que ganha forma a cada dia. A graduação me proporcionou a chance de conhecer pessoas incríveis, aproveitar oportunidades únicas e explorar novos caminhos.

Agradeço a cada pessoa com quem pude compartilhar minha trajetória, que esteve presente nos meus dias, oferecendo apoio e incentivo nesse caminho que, por vezes, parecia tão distante de se concretizar. Agradeço, sobretudo, a Deus, que me deu força e discernimento, e honrou cada um dos meus sonhos, e à minha querida Mãe, que sempre intercedeu por mim em cada prece.

Aos meus pais, Antônio e Nilce, meu profundo agradecimento por não medirem esforços por mim e pelos meus irmãos. Esta conquista representa todo amor e apoio incondicional que recebi de vocês. Aos meus irmãos, Anthony e Jonas, obrigada por me incentivarem e acreditarem em mim, esta vitória também é de vocês. E ao Felipe, pelo cuidado, parceria e incentivo diário, obrigada por tanto.

Agradeço também a todas as pessoas que, de forma indireta, contribuíram para esta conquista; aos meus amigos que, apesar da distância, sempre estiveram presentes, e a toda minha família. Aos colegas, professores e ao corpo docente do Instituto de Economia e Relações Internacionais, obrigada por proporcionarem uma experiência acadêmica enriquecedora ao longo dos últimos anos.

Por fim, quero expressar minha gratidão à minha orientadora, professora Aracy, que me orientou e guiou na elaboração de um trabalho tão importante. Aos membros da banca, meu muito obrigada pela contribuição e cuidado com meu trabalho acadêmico. Agradeço especialmente ao professor Loural e ao professor Germano, exemplos de profissionais e pessoas, que estiveram presente ao longo da minha trajetória estudantil.

RESUMO

A mudança da matriz energética é um tema de crescente relevância técnica, econômica e ambiental, especialmente diante dos desafios climáticos e dos compromissos firmados em cúpulas globais. A transição para fontes de energia limpa e renovável apresenta-se como uma estratégia essencial para fomentar a sustentabilidade. Sob essa perspectiva, o objetivo deste trabalho é identificar qual o papel desempenhado pelas finanças sustentáveis para o financiamento da mudança da matriz energética brasileira. Para cumprir esse objetivo foi adotada uma metodologia exploratória com abordagem mista, utilizando dados qualitativos e quantitativos para avaliar os principais relatórios energéticos e financeiros, além de construir um panorama dos acordos e planos aderidos pelo Brasil para fomentar essa transição. Os principais resultados indicam que, embora o Brasil possua uma matriz energética relativamente limpa, o país ainda enfrenta desafios financeiros para reduzir sua dependência de combustíveis fósseis e ampliar a infraestrutura de energias renováveis. Conclui-se que, para que o Brasil avance rumo a uma economia de baixo carbono, será necessário um esforço coordenado que una incentivos financeiros, políticas públicas robustas e o engajamento do setor privado. O estudo também evidencia o papel estratégico do hidrogênio verde, que pode posicionar o Brasil como líder mundial em energia sustentável, oferecendo uma solução para descarbonizar setores críticos e abrir oportunidades no mercado de exportação. Assim, o presente trabalho contribui para o entendimento do papel decisivo das finanças sustentáveis na construção de um futuro energético mais sustentável para o Brasil.

Palavras-chave: Finanças Verdes, Transição Energética, Hidrogênio Verde.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AIE** – Agência Internacional de Energia
- ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ASG** – Ambiental, Social e Governança
- APE** – Autoprodução de Energia
- BB** – Banco do Brasil
- BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- BMZ** – Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento da Alemanha
- BRICS** – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
- CDC** – Crédito Direto ao Consumidor
- CO₂** – Dióxido de Carbono
- CO_x** – Óxido de Carbono
- COP** – Conferência das Partes
- CCUS** – Captura e Armazenamento de Carbono
- EPE** – Empresa de Pesquisa Energética
- FGTS** – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
- FINEP** – Financiadora de Estudos e Projetos
- FNE** – Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
- FRP** – Polímero Reforçado com Fibra de Vidro
- GD** – Geração Distribuída
- GEE** – Gases de Efeito Estufa
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDE** – Investimento Direto Estrangeiro
- IEE** – Instituto de Energia e Ambiente
- IFC** – *International Finance Corporation*
- IPCC** – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
- IPEA** – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- IRENA** – Agência Internacional de Energias Renováveis
- KfW** – Banco de Desenvolvimento da Alemanha
- MMA** – Ministério do Meio Ambiente
- MME** – Ministério de Minas e Energia
- NDC** – Contribuições Nacionalmente Determinadas

NO_x – Óxido de Nitrogênio

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OIE – Oferta Interna de Energia

OMM – Organização Meteorológica Mundial

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PD&D – Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração

PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia

PNE – Plano Nacional de Energia

PNEf – Plano Nacional de Eficiência Energética

PNMC – Política Nacional de Mudança do Clima

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPAs – Planos Plurianuais

PPPs – Parcerias Público-Privadas

PRI – Princípios para o Investimento Responsável

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

SBL – Títulos Vinculados à Sustentabilidade

SO_x – Óxido de Enxofre

SLL – Empréstimos Vinculados à Sustentabilidade

TAS – Tecnologias Ambientalmente Saudáveis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação das energias renováveis na oferta interna de energia (%).....	36
Figura 2 – Capacidade instalada mundial de energia renovável em gigawatts em 2021	37
Figura 3 – Repartição da matriz energética mundial em 2021	38
Figura 4 – Repartição da matriz elétrica mundial em 2021.....	38
Figura 5 – Evolução da oferta interna de energia por fonte entre 2000 e 2022 (%)	40
Figura 6 – Repartição da matriz energética brasileira na oferta interna de energia em 2022 .	40
Figura 7 – Evolução da oferta interna de energia brasileira entre 2014 e 2023	41
Figura 8 – Repartição da matriz elétrica brasileira na oferta interna de energia em 2021 e 2022	42
Figura 9 – Participação das energias renováveis brasileira na oferta interna de energia entre 2000 e 2022	43
Figura 10 – Participação das energias renováveis na oferta interna de energia brasileira entre 2004 e 2023	44
Figura 11 – Evolução da composição da oferta interna de energia por fonte no Brasil.....	44
Figura 12 – Tendência da matriz energética brasileira: energia renovável e não-renovável .	45
Figura 13 – Capacidade instalada brasileira em 2021 e 2022	45
Figura 14 – Evolução da matriz energética por fonte de geração	46
Figura 15 – Evolução dos investimentos por fonte em energia renovável (R\$ Bilhões).....	48
Figura 16 – Evolução dos investimentos de PD&D em eficiência energética (R\$ Milhões) .	50
Figura 17 – Principais investimentos por linha de crédito entre 2021 e 2023	58
Figura 18 – Dispêndio em geração de energia prevista para 2040.....	60
Figura 19 – Rota tecnológica do hidrogênio	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Revisão aplicada acerca da transição da matriz energética e financiamento de projetos sustentáveis	28
Quadro 2 - Síntese metodológica	32
Quadro 3 – Síntese das principais fontes de energia renováveis.....	34
Quadro 4 - Códigos de cores do hidrogênio.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais linhas de crédito e fundos de investimento ofertados por empresas públicas.....	50
Tabela 2 - Principais linhas de crédito ofertados por empresas privadas	56
Tabela 3 - Ativos financeiros dos principais bancos no Brasil (em bilhões de R\$).....	58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 ARCABOUÇO TEÓRICO SOBRE FINANCIAMENTO VERDE	17
1.1 REVISÃO DA LITERATURA	17
1.1.1 Inovação e desenvolvimento sustentável	17
1.1.2 O papel do Estado na promoção do financiamento verde	18
1.1.3 Riscos financeiros associados às mudanças climáticas	20
1.1.4 Retrospecto histórico dos acordos de sustentabilidade	20
1.2 REVISÃO APLICADA	23
1.2.1 Mecanismos financeiros para a transição energética	23
1.2.2 Transição da matriz energética e os desafios de financiamento	24
1.3 METODOLOGIA	31
2 PANORAMA DA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL: FONTES, CAPACIDADE E POSIÇÃO DO BRASIL	33
2.1 CONCEITOS ESSENCIAIS DE ENERGIA	33
2.2 PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA LIMPA	33
2.3 MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL E INSERÇÃO DO BRASIL	36
3 PERSPECTIVAS SOBRE MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	39
3.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	40
4 FONTES DE FINANCIAMENTO BRASILEIRAS	47
4.1 EMPRESAS PÚBLICAS	48
4.2 EMPRESAS PRIVADAS.....	56
4.3 CONSOLIDADO EMPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS	57
4.4 PARCERIAS PÚBLICOS-PRIVADAS, COLABORAÇÕES INTERNACIONAIS E INSTRUMENTOS DE FINANÇAS SUSTENTÁVEIS.....	62
4.5 PLANOS DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICOS.....	63
5 DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O BRASIL: HIDROGÊNIO VERDE	67
5.1 HIDROGÊNIO VERDE COMO RECURSO ENERGÉTICO DO SÉCULO XXI	67
5.2 OPORTUNIDADES E NICHOS DE INSERÇÃO	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	76

INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade, tal como o compreendemos hoje, teve origem na década de 70 com a publicação do Relatório Brundtland¹. Esse conceito visa harmonizar as dimensões ambiental, social e econômica, assegurando que as atividades humanas no presente não comprometam a capacidade do planeta de sustentar as gerações futuras, garantindo assim um futuro mais justo e equilibrado (Lima, 2006).

Ao longo do tempo, o termo "sustentabilidade" tem ganhado crescente relevância, respaldando atividades econômicas e impulsionando diversas instituições, motivadas por uma variedade de interesses, que vão desde questões de mercado até a preservação dos biomas e da espécie humana. Esse impulso intensificou-se diante dos desequilíbrios ambientais, como o aquecimento global, o surgimento de doenças e colapsos climáticos extremos (Lima, 2006).

Com a significativa influência no progresso e desenvolvimento dos países, tornou-se cada vez mais evidente, na segunda metade do século XX, a corresponsabilidade do setor financeiro em custear atividades econômicas com impactos ambientais e sociais. Dessa maneira, a preocupação com os efeitos danosos à sustentabilidade estendeu-se à esfera empresarial, e essas questões passaram a ser tratadas como sustentabilidade corporativa e responsabilidade socioambiental (Labuschagne et al., 2005). Conseqüentemente, as empresas passaram a enfrentar pressões para reformular suas práticas comerciais e contribuir para o desenvolvimento sustentável, sendo consideradas agentes importantes na dinâmica econômica e social (Delai; Takahashi, 2008).

Em paralelo a esse contexto, no decorrer do século XXI, a questão energética emergiu como um tema amplamente debatido, evidenciando uma mudança significativa na abordagem até então adotada. Gradualmente, os combustíveis fósseis estão cedendo espaço para as energias renováveis, refletindo uma estratégia fundamental adotada por nações que investem maciçamente em fontes alternativas (Araújo et al., 2022).

À medida que as crises climáticas e os impactos ambientais se agravam, a necessidade de incorporar considerações ambientais na agenda energética tornou-se ainda mais urgente (IPCC, 2021). Portanto, o atraso na busca pela redução dos efeitos adversos inerentes ao uso desenfreado de recursos escassos, em especial os fósseis, agrava as conseqüências ambientais

¹ O Relatório Brundtland, também conhecido como "Nosso Futuro Comum", foi publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Este documento popularizou o conceito de sustentabilidade e propôs uma série de metas e medidas para promover um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável (Lima, 2006).

e ressalta a necessidade de ações coordenadas em nível global para mitigar os efeitos das alterações climáticas.

Percebe-se que as energias não renováveis continuam a predominar na matriz energética global, ao passo que é crucial explorar alternativas sustentáveis para efetuar uma transição energética efetiva. Sendo assim, as fontes limpas ganham uma relevância ainda maior ao contemplarmos os desafios ambientais, econômicos e sociais enfrentados pelos países devido à exploração e escassez dos recursos fósseis (EPE, 2022).

Contrariando as tendências globais, a matriz energética brasileira destaca-se como uma das mais limpas do mundo. Segundo Almeida et al. (2022), após o episódio do apagão em 2001, o Brasil tem empreendido esforços significativos para diversificar ainda mais a matriz energética, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e aumentando a participação de fontes renováveis, como energia fotovoltaica, eólica, biomassa e hidrelétrica, entre outras.

Desde então, o país intensificou leilões de energia e criou políticas de incentivo para fontes além das hidrelétricas. Essa diversificação foi impulsionada por um amplo leque de financiamentos, incluindo parcerias público-privadas, linhas de crédito de bancos de desenvolvimento, fundos de investimento em energia sustentável e apoio internacional (Tolmasquim, 2016).

Dessa forma, as fontes de energias renováveis podem ser compreendidas como um dos pilares essenciais que gera o dinamismo do desenvolvimento sustentável em economias capitalistas. Ao passo que uma matriz energética mais limpa impacta diretamente na redução da emissão de gases poluentes, corroborando com tratados e cúpulas globais que buscam a transição para economias verdes (Tomelin, 2016).

Com essas mudanças, ressalta-se a importância de se analisar como ocorreu a concessão de financiamentos, pois, segundo Tomelin (2016), a execução de projetos de energias limpas demanda investimentos substanciais em infraestrutura, tecnologia e desenvolvimento de projetos. E, para o autor, a relevância do tema é motivada tanto pela crescente preocupação com a poluição gerada por fontes de energia fósseis quanto pelo aprimoramento na eficiência das tecnologias renováveis.

Destarte, os bancos passaram a incorporar variáveis ligadas à sustentabilidade em seus procedimentos de concessão de crédito, dando origem ao conceito de finanças sustentáveis. Desse modo, o crédito sustentável diz respeito ao papel dos bancos no financiamento do desenvolvimento econômico, além de relacionar à crescente preocupação da sociedade com a escassez de recursos naturais e os impactos sociais do progresso industrial e tecnológico (Brito;

Farias, 2007). Avançando um pouco mais, surge o conceito de finanças verdes com o intuito primordial de oferecer crédito que financie uma transição sustentável para economias de baixo carbono (Comini et al., 2011).

Nesse cenário, para que o Brasil avance na agenda energética com recursos limpos, tornou-se imprescindível o papel desempenhado pelas finanças verdes como variável indispensável para o alcance dos investimentos em energias renováveis. Nesse sentido, questiona-se: qual papel é desempenhado pelas finanças sustentáveis para o financiamento da mudança da matriz energética brasileira?

Diante da crescente importância da transição energética e da função das finanças sustentáveis nesse processo, este estudo tem como objetivo principal: identificar qual o papel desempenhado pelas finanças sustentáveis para o financiamento da mudança da matriz energética brasileira. No presente estudo, os objetivos específicos consistem em: avaliar a matriz energética mundial e a posição do Brasil no ranking global; identificar em qual estágio se encontra o processo de transição da matriz energética brasileira; verificar as fontes de financiamento para a mudança da matriz energética; analisar as alternativas para a mudança da estrutura energética do país.

Portanto, a transição energética é um dos maiores desafios do século XXI. O Brasil, apesar de possuir uma matriz energética relativamente limpa, ainda enfrenta desafios para acelerar a transição para fontes renováveis e reduzir sua dependência de combustíveis fósseis. A literatura existente sobre o tema aborda principalmente os aspectos técnicos e econômicos da transição, mas há uma lacuna a ser explorada em relação ao papel das finanças sustentáveis e verdes nesse contexto.

Diante dessa brecha na literatura sobre o papel das finanças sustentáveis na transição energética brasileira, este estudo visa aprofundar essa compreensão. Ao analisar como instrumentos financeiros podem estimular investimentos em energias renováveis, há uma importante contribuição para o debate sobre as estratégias brasileiras para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)² relacionados à energia limpa e à ação climática.

Acerca da disposição do presente estudo, no Capítulo 1 é apresentado o arcabouço teórico sobre financiamento verde, com destaque na análise da inovação, da socialização do

² Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável integram a Agenda 2030 e foram definidos em 2015 com o propósito de eliminar a pobreza, preservar o meio ambiente e promover a prosperidade para todos os países. Os ODS são o eixo central dessa agenda, que visa atingir suas metas até 2030. Esse compromisso foi firmado por 193 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) e abrange 17 objetivos e 169 metas (Dantas; Fontgalland, 2021).

investimento ³ , riscos financeiros associados às mudanças climáticas e acordos de sustentabilidade. O capítulo também inclui uma análise dos mecanismos financeiros para a transição energética, bem como dos desafios e oportunidades para efetivar essa transição. Além disso, conclui com a metodologia utilizada e as principais fontes consultadas para o desenvolvimento da pesquisa. Nos capítulos seguintes, são apresentados os resultados da análise em quatro tópicos principais.

No Capítulo 2, os conceitos fundamentais sobre matriz energética são explorados, destacando as principais fontes de energia limpa e o cenário global da transição energética. Em seguida, no Capítulo 3, é examinada a matriz energética e elétrica nacional e a capacidade instalada, para avaliar o estágio atual da transição energética no país. Já no Capítulo 4, são identificadas as empresas públicas e privadas que atuam no financiamento verde no Brasil e os principais planos de desenvolvimento energético. Finalmente, no Capítulo 5, são discutidos os desafios e oportunidades para o país em relação à energia do futuro, com destaque para o papel do hidrogênio verde nessa transformação.

Por fim, são apresentadas as considerações finais, sintetizando os principais resultados do estudo, discutindo suas implicações e destacando as contribuições para a área de transição energética e financiamento verde, além de apontar as limitações da pesquisa. Em seguida, são elencadas as referências bibliográficas consultadas para o desenvolvimento do trabalho.

³ A socialização do investimento, defendida por Keynes, implica um papel mais ativo do Estado na economia, visando corrigir as falhas do mercado e garantir o pleno emprego, a estabilidade econômica e o desenvolvimento social (Sicsú, 2021).

1 ARCABOUÇO TEÓRICO SOBRE FINANCIAMENTO VERDE

1.1 REVISÃO DA LITERATURA

A discussão sobre financiamento verde ganha cada vez mais relevância no cenário global, especialmente diante da necessidade urgente de transição para uma economia sustentável e de baixo carbono. Nesse contexto, a literatura econômica apresenta fundamentos teóricos que sustentam as estratégias de financiamento para impulsionar inovações tecnológicas, promover investimentos estratégicos e mitigar os impactos das mudanças climáticas.

Este tópico apresenta uma revisão das principais abordagens teóricas e conceituais que embasam o financiamento verde, abordando desde a inovação tecnológica até a socialização dos investimentos, o papel das instituições financeiras na condução da transição energética e os acordos de sustentabilidade aderidos pelo Brasil. Por meio dessa análise, busca-se compreender como os instrumentos econômicos e políticos podem ser utilizados para viabilizar um modelo de desenvolvimento sustentável.

1.1.1 Inovação e desenvolvimento sustentável

A abordagem neoschumpeteriana coloca a inovação no centro do desenvolvimento econômico, destacando que a criação, disseminação e adoção de novas tecnologias são essenciais para impulsionar o dinamismo da economia, um processo que Schumpeter nomeou de "destruição criadora". Nesse contexto, empreendedores desempenham um papel central ao introduzir novidades nos mercados e gerar vantagens competitivas, ou seja, a inovação não apenas cria novas oportunidades, mas também transforma as estruturas econômicas existentes, sendo um processo contínuo de renovação e adaptação (Fernandes et al., 2018).

Assim, para estimular a inovação e a adoção de novas tecnologias é fundamental a implementação de políticas públicas que criem um ambiente favorável. Mecanismos como leilões, investimentos públicos, financiamentos e subsídios, frequentemente utilizados de forma isolada ou combinada, visam reduzir os riscos e incertezas associados a novas tecnologias, incentivando a pesquisa, o desenvolvimento e a comercialização de soluções inovadoras no setor de energias renováveis (Losekann; Hallack, 2018).

Com base na teoria de Schumpeter, as eco-inovações, especialmente no setor empresarial, são fundamentais para o desenvolvimento sustentável, apoiadas por acordos, normas, sanções e incentivos que promovem um crescimento equilibrado. Dessa forma, a

economia verde surge como uma alternativa viável para combinar o bem-estar social e a equidade sem causar grandes impactos ambientais ou agravar a escassez de recursos. Ou seja, a sustentabilidade se torna essencial, implicando na redução dos impactos materiais e energéticos, enquanto as inovações buscam integrar avanços tecnológicos às atividades econômicas de forma mais sustentável (Hoff; Avellar; Andrade, 2016).

Sendo assim, pode-se inferir que as eco-inovações visam mitigar os impactos ambientais e riscos climáticos, promovendo um desenvolvimento alinhado aos limites energéticos e materiais do planeta. Nesse contexto, a participação ativa das empresas, em conjunto com o apoio estatal, desempenha um papel crucial na condução da transição para uma abordagem mais sustentável. Desse modo, a economia verde exige investimentos em Tecnologias Ambientalmente Saudáveis (TAS), com foco no uso consciente dos recursos naturais e no gerenciamento adequado de resíduos, aplicando novos conhecimentos, técnicas, processos e equipamentos (Hoff; Avellar; Andrade, 2016).

1.1.2 O papel do Estado na promoção do financiamento verde

Segundo Keynes, no capítulo 24 de sua obra “Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda” (1936), uma economia de mercado, por si só, não seria capaz de garantir o pleno emprego e o crescimento econômico estável, uma vez que a demanda por bens e serviços poderia ser insuficiente para sustentar a produção e o emprego. Sendo assim, o autor apresenta o conceito de socialização do investimento, isto é, a intervenção do Estado na economia para garantir que os investimentos sejam feitos de forma adequada e suficientes para manter a economia funcionando plenamente (Sicsú, 2021).

Portanto, a solução estaria na criação de instituições financeiras públicas capazes de direcionar investimentos para setores prioritários, como infraestrutura, habitação, programas sociais e projetos ambientais. Em suma, seria necessária a intervenção estratégica do Estado para também corrigir as falhas do mercado e garantir o equilíbrio econômico (Sicsú, 2021). Dessa forma, a socialização do investimento poderia ser utilizada como uma ferramenta para alcançar a transição da economia para um modelo mais limpo, por meio da alocação de recursos em projetos sustentáveis e inovações tecnológicas que promovam a eficiência energética e a redução da emissão de gases de efeito estufa.

Em continuidade, Pessoa e Feijó (2008) realizam uma releitura da visão de Keynes, estabelecendo uma conexão entre planejamento econômico, convenções sociais e socialização

do investimento. As autoras argumentam que o planejamento econômico envolve a capacidade de antecipar e controlar o futuro, enquanto as convenções, como normas culturais e instituições, orientam as ações dos agentes econômicos. A socialização do investimento, por sua vez, refere-se à distribuição estratégica de recursos entre os diversos setores da economia, com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico equilibrado. As autoras criticam as teorias econômicas tradicionais por negligenciar a importância do planejamento estatal e da socialização do investimento, limitando-se a análises que ignoram as dimensões sociais e políticas das decisões econômicas.

Nesse viés, Pessoa e Feijó (2008) defendem a importância de uma abordagem pluralista para o estudo da economia, que considera a diversidade de perspectivas teóricas, como a keynesiana, a neoclássica e a institucionalista. Ao integrar teoria e prática, essa abordagem permite uma análise mais completa das complexidades do sistema econômico, considerando a influência de fatores sociais, políticos e culturais. Afinal, as convenções e a socialização do investimento são fundamentais para o desenvolvimento econômico, reafirmando a importância das ações públicas que promovam a distribuição justa dos investimentos entre os diferentes setores da economia.

Nesse contexto, Feil e Feijó (2022) destacam que os bancos de desenvolvimento podem desempenhar um papel importante como agentes de políticas públicas para a promoção de investimentos em projetos, por meio da concessão de financiamentos e da implementação de políticas de incentivo. Assim, é apresentado um panorama da atuação dos bancos de desenvolvimento em diversos países, destacando a necessidade da criação de instrumentos financeiros específicos para a promoção de investimentos em projetos atraentes, como: a emissão de títulos verdes e a concessão de empréstimos com juros mais baixos para projetos que geram impactos ambientais positivos.

Além disso, discute-se também a necessidade de uma abordagem mais integrada para a promoção da transição para uma economia verde, envolvendo não apenas os bancos de desenvolvimento, mas também o governo, as empresas e sociedade civil. O artigo evidencia a necessidade da criação de políticas públicas que promovam a transição para uma economia de baixo carbono e a redução dos impactos ambientais negativos (Feil; Feijó, 2022). Dito isso, o financiamento através de títulos verdes e linhas de crédito de financiamento próprias para energia sustentável deve ser promovido pelo Estado como financiador principal do processo de transição energética.

1.1.3 Riscos financeiros associados às mudanças climáticas

Ainda nessa perspectiva, para que ocorra a transição energética para uma economia de baixo carbono, destaca-se o papel das instituições financeiras na condução dessa transformação, uma vez que são responsáveis por prover o crédito fundamental para o ciclo financeiro do sistema capitalista, como mencionado por Minsky (1992). Dessa maneira, essas instituições têm o potencial de serem utilizadas como impulsionadoras de atividades econômicas sustentáveis, ao mesmo tempo em que contribuem para a mitigação de práticas intensivas em carbono.

Em paralelo, Carney (2015) estabelece uma analogia com a teoria de Minsky, argumentando que a crise climática, assim como as crises financeiras, é resultado da instabilidade sistêmica. O autor intitulou o termo "momento de Minsky climático" para enfatizar a gravidade dos riscos sistêmicos associados ao aquecimento global. Assim como Minsky alertou para os riscos de instabilidade financeira, Carney chama a atenção para os perigos que a instabilidade climática representa para a economia global.

Conseqüentemente, as mudanças climáticas representam uma ameaça significativa à estabilidade financeira, pois podem desencadear uma série de eventos em cascata, afetando diversos setores da economia (Carney, 2015). Conforme exposto por Carney, as variações climáticas extremas podem gerar uma série de efeitos adversos, como a escassez de recursos naturais, a perda de produtividade agrícola, o aumento dos custos de seguros e a desvalorização de ativos em áreas vulneráveis a eventos climáticos extremos.

Assim como na teoria de Minsky sobre crises financeiras, a teoria proposta por Carney (2015), destaca o papel central dos ciclos financeiros e da especulação na intensificação dos riscos associados às mudanças climáticas. A dependência de setores altamente poluentes e a escassez de investimentos em projetos sustentáveis podem criar bolhas financeiras que, quando estouradas, geram crises energéticas e financeiras de grande magnitude, como aconteceu no Brasil em 2001 e, posteriormente, em 2013 (Macedo et al., 2014). Logo, é fundamental que o governo e as instituições financeiras adotem uma abordagem mais proativa em relação aos riscos climáticos, por meio de políticas de incentivo a investimentos, ambientes regulatórios favoráveis e conscientização social.

1.1.4 Retrospecto histórico dos acordos de sustentabilidade

Os desequilíbrios ambientais, em especial o aquecimento global, têm suscitado intensos debates sobre a necessidade de conscientização global diante dos impactos gerados pelo rápido crescimento econômico. Nesse cenário, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu a Conferência de Estocolmo em 1972, buscando elaborar estratégias e medidas para a preservação ambiental, resultando na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (Caye, 2010).

Posteriormente, em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) foi estabelecida, dedicando-se à compreensão das mudanças climáticas, elaboração de relatórios e formulação de soluções concretas. Assim, a partir de 1992, as nações passaram a se reunir anualmente nas Conferências das Partes (COP's), com o propósito de discutir questões relevantes relacionadas aos agravantes ambientais e buscar soluções colaborativas (Caye, 2010).

Em 1997, houve um passo expressivo no contexto global com a assinatura do Protocolo de Kyoto, que previa a redução da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Este compromisso formalizou a responsabilidade dos países desenvolvidos, que historicamente poluíram em maior escala, de se comprometerem com a redução de gases nocivos e de realizarem investimentos em instrumentos de contenção em países subdesenvolvidos (Caye, 2010).

No entanto, a efetividade do Protocolo é frequentemente contestada. O acordo entrou em vigor apenas em 2005, pois exigia a ratificação por no mínimo 55 países, representando coletivamente pelo menos 55% das emissões globais de gases nocivos. Entretanto, os grandes emissores, como os Estados Unidos e a China, não aderiram ao Protocolo, o que limitou sua capacidade de resposta imediata às mudanças climáticas (Caye, 2010).

Em contramão, o Brasil aderiu, em 2002, aos Princípios do Equador, que propunham a integração voluntária de instituições financeiras no combate aos desafios climáticos, configurando-se como uma ferramenta essencial na promoção de práticas socioambientais. Os campos contemplados por esses princípios eram, serviços de assessoria a projetos financeiros, seguros em projetos de alto custo e risco, além de empréstimos e financiamentos. Nesse sentido, bancos como, Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, Banco Votorantim, Itaú, Santander se voluntariaram a participar das propostas, angariando recursos expressivos voltados para questões sustentáveis (Santos, 2022).

Além disso, o Brasil também assina o Protocolo de Kyoto, alinhando-se aos marcos legais globais sobre emissões. Dessa forma, em 2003, delineia-se um plano de ação,

concentrando esforços na redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente provenientes do desmatamento, e estabelecendo a prioridade na construção de uma matriz energética mais limpa. Um marco importante nessa trajetória é a criação, em 2005, do Fundo Amazônia, destinado a arrecadar recursos por meio de doações, com o intuito de financiar ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento na vasta região da Amazônia Legal, refletindo o compromisso do Brasil com a preservação ambiental e o enfrentamento dos desafios às mudanças climáticas (Martins; Teruel; Silva, 2023).

Em 2011, o Governo Brasileiro lançou o Programa de Títulos Verdes, abrindo a possibilidade tanto para entidades públicas quanto para empresas privadas emitirem títulos verdes com o intuito de financiar projetos sustentáveis, desempenhando um papel crucial na transição energética e na mitigação de impactos ambientais. Na sequência, em 2015, o Brasil aderiu às metas do Acordo de Paris, comprometendo-se a reduzir as emissões de dióxido de carbono em 37% até 2025. Para concretizar esse compromisso, em 2017, houve o início do planejamento do mercado de carbono no país, por meio da elaboração de leis e diretrizes para a compensação dessa redução, esse sistema foi implementado com efetividade em 2020 (Martins; Teruel; Silva, 2023).

Vale ressaltar que o marco global mais significativo ocorreu em 2015 com a ratificação do Acordo de Paris, esta coalizão entre os países representou um passo efetivo na reversão dos agravamentos climáticos. Nesse sentido, o principal objetivo do Acordo é limitar o aumento da temperatura média global, estabelecendo metas de redução de emissões de gases de efeito estufa por país. Além disso, uma medida importante adotada pelos países desenvolvidos foi o financiamento de projetos para apoiar a transição das economias em desenvolvimento para modelos de baixo carbono (Martins; Teruel; Silva, 2023).

Nesse mesmo ano, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com cerca de 169 metas a serem atingidas pelos países participantes. Os objetivos foram estabelecidos na Agenda 2030, com o objetivo central de alcançar o desenvolvimento sustentável por meio de três pilares: econômico, ambiental e social. Um dos elementos essenciais dessa agenda era promover o acesso à energia limpa e sustentável, além de tomar medidas contra as mudanças climáticas globais. Isto é, as metas estabelecidas destacam a urgência de expandir o uso de energias renováveis na matriz energética global até 2030 como uma das alternativas de minimização das crises climáticas (Hickel, 2020; Wiedmann et al., 2020).

1.2 REVISÃO APLICADA

Considerando os desafios globais na busca por uma matriz energética mais sustentável, esta seção explora as dinâmicas econômicas, políticas e financeiras que moldam o financiamento da transição energética. Os estudos analisam como os agentes econômicos, governos e instituições multilaterais estruturam soluções para superar as barreiras à adoção de fontes renováveis. A análise destaca, ainda, a necessidade de investimentos robustos e de um ambiente regulatório favorável, bem como a consolidação de mecanismos financeiros, parcerias internacionais e estratégias políticas que impulsionam a transição para economias de baixo carbono, conectando teoria e prática.

1.2.1 Mecanismos financeiros para a transição energética

A relação dos agentes econômicos com o meio ambiente tem se transformado significativamente. Inicialmente, a preocupação com os riscos das mudanças climáticas ganhou destaque, impulsionando uma nova postura em relação ao meio ambiente. No entanto, essa evolução não se limitou aos aspectos ambientais, fatores sociais e de governança também foram incorporados a essa nova abordagem, com o objetivo de mitigar riscos reputacionais potenciais (Curi, 2021).

Assim, surge uma nova perspectiva que abrange as finanças sustentáveis, também conhecidas como finanças verdes. Conforme Motta (2023), esse novo paradigma busca alinhar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e a equidade social, priorizando investimentos em áreas que promovam serviços éticos e isonômicos. Essa abordagem leva em consideração os critérios ambientais, sociais e de governança (ASG⁴), que englobam questões como ética, transparência, democracia e boas práticas de governança, tanto no âmbito público quanto no privado.

Entre os principais instrumentos financeiros que sustentam as finanças verdes, estão os títulos verdes, empréstimos verdes e instrumentos de dívida vinculados ao desempenho ambiental. Os títulos verdes (*green bonds*) são emitidos como formas de captação de recursos destinados a financiar projetos que trazem benefícios ambientais, como iniciativas de energia limpa e construção de infraestrutura sustentável. Os empréstimos verdes (*green loans*), por sua vez, são financiamentos voltados a projetos que demonstram um impacto positivo em áreas de

⁴ Os critérios ASG ou ESG visam avaliar o impacto das empresas e investimentos sobre a sociedade e o meio ambiente, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e responsável (Motta, 2023).

sustentabilidade, incentivando práticas que promovam a conservação do meio ambiente. Já os instrumentos de dívida vinculados ao desempenho, como os títulos vinculados à sustentabilidade (SBLs) e empréstimos vinculados à sustentabilidade (SLLs), relacionam-se diretamente ao desempenho ambiental de um projeto específico, incentivando o cumprimento de metas sustentáveis (Ragazzo; Stelitano; Cataldo, 2022).

Nesse contexto, as finanças verdes são responsáveis por promover a sinergia entre sistemas financeiros e benefícios econômicos e ambientais. Assim, esse tipo de finanças incorpora fatores de recursos naturais e ambientais nas atividades financeiras tradicionais, garantindo a eficiência no uso dos recursos e a proteção do meio ambiente, ao mesmo tempo que desempenha um papel importante no enfrentamento da crise climática. Logo, o incentivo ao aumento da eficiência energética por meio das finanças sustentáveis é essencial para os países, visto que melhora a produtividade, reduz emissões de carbono e otimiza a alocação de recursos (Lee et al., 2023).

Vale ressaltar que as instituições financeiras e governos têm se empenhado na criação de instrumentos financeiros, como os *green bonds* e fundos de investimentos, que destinam recursos a projetos voltados à sustentabilidade ambiental (Curi, 2021). Além disso, vale mencionar que iniciativas como os Princípios para o Investimento Responsável (PRI), lançado por um grupo internacional de investidores institucionais e apoiado pela Organização das Nações Unidas (ONU), estabelecem diretrizes para que investidores integrem fatores ASG em suas análises de investimento (Pereira, 2012). Essas iniciativas buscam direcionar o capital global para setores que possam contribuir para uma economia de baixo carbono.

1.2.2 Transição da matriz energética e os desafios de financiamento

O financiamento da transição energética é essencial para que os países reduzam a dependência de combustíveis fósseis e avancem para uma matriz energética mais limpa e verde. Ao analisar o contexto dos países em desenvolvimento, é necessária ainda mais cautela, pois, para esses países, o sucesso da transição energética não depende apenas da mobilização de grandes volumes de capital, mas também de um ambiente econômico e regulatório que promova a inovação e o investimento sustentável (Ungaretti; Nunes; Mendonça, 2024).

Segundo os autores Ungaretti, Nunes e Mendonça (2024), estima-se que o Brasil precise de investimentos anuais líquidos de aproximadamente 0,8% do PIB até 2030 para viabilizar essa transição. Esse cenário evidencia a importância de um envolvimento ativo do setor privado,

além do apoio de bancos de desenvolvimento e de fontes externas de financiamento. Para eles, ao passo que a introdução de novas tecnologias, como veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia, também demanda investimentos robustos e prazos de amortização mais longos, representando um desafio adicional para a mobilização de capital.

Logo, a cooperação internacional tem sido fundamental para alavancar esses investimentos, com destaque para a parceria entre Brasil e China. O Brasil, por exemplo, tornou-se o maior destino de investimentos chineses no setor energético, recebendo mais de US\$50 bilhões entre 2005 e 2022. Esses recursos são essenciais para o desenvolvimento da indústria de energias alternativas, permitindo a expansão de fontes renováveis, como a solar e a eólica. No entanto, para atrair mais capital e acelerar a transição, é imprescindível criar um ambiente regulatório que favoreça a captação de recursos e que promova também a geração de empregos e bem-estar social (Ungaretti; Nunes; Mendonça, 2024).

Na Argentina, o cenário apresenta desafios ainda maiores devido à forte dependência de combustíveis fósseis. O governo argentino tem buscado superar essas barreiras por meio de iniciativas como o programa RenovAr, que visa atrair investimentos para o setor de energias renováveis. O país estabeleceu metas ambiciosas para gerar 57% de sua eletricidade a partir de fontes renováveis até 2030, o que exigirá investimentos estimados em US\$86,6 bilhões e a construção de 14 GW de capacidade adicional de geração de energia. Assim como no Brasil, a Argentina tem contado com financiamento chinês para viabilizar grande parte desses projetos, com expectativa de que mais de 80% dos custos de construção de novos parques eólicos e hidrelétricos sejam financiados por esse país (Ungaretti; Nunes; Mendonça, 2024).

Entretanto, a transição energética argentina também enfrenta obstáculos significativos, como instabilidade regulatória, restrições cambiais e limitações na capacidade de transmissão de energia. Esses fatores podem dificultar a atração de investimentos externos e comprometer o cumprimento das metas de descarbonização. Além disso, o país precisará incorporar novas tecnologias e fomentar cooperação internacional para superar esses desafios e garantir a sustentabilidade de seu sistema energético (Ungaretti; Nunes; Mendonça, 2024).

Nessa mesma linha, Mousinho e Coelho (2023) destacam que a descarbonização das matrizes energéticas dos países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) exige investimentos robustos para a implementação de novas tecnologias e infraestrutura, além de políticas públicas eficazes. Os autores também enfatizam a importância da captação de recursos estrangeiros para acelerar a transição energética nesses países, visto que o volume de capital necessário é significativo.

A Alemanha, por meio do KfW (Banco de Desenvolvimento da Alemanha), tem sido um dos principais atores no financiamento dessa transição, especialmente no Brasil. O KfW, sozinho, responde por 25% do total financiado para projetos de transição energética no país, quando somados os créditos do BMZ (Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento da Alemanha), a contribuição alemã atinge 28% do total de créditos liberados. Esses financiamentos estão majoritariamente direcionados para projetos de energia eólica e eficiência energética (Mousinho; Coelho, 2023).

Além do apoio bilateral, as organizações multilaterais, como o Banco Mundial, também têm sido atores importantes no financiamento da transição energética nos países do BRICS. Embora a Alemanha seja o maior financiador individual, o Banco Mundial lidera entre as instituições multilaterais, fornecendo recursos significativos para apoiar essa transformação. No entanto, apesar da relevância desses financiamentos internacionais, grande parte dos recursos que financiam a transição nos BRICS provêm das próprias nações, com destaque para a China, que possui uma forte capacidade de investimento "verde" doméstico (Mousinho; Coelho, 2023).

No Brasil, três projetos ilustram o impacto desses financiamentos: o *Wind Park II Program*, financiado pelo KfW, voltado para a construção de parques eólicos; o *Neoenergia Green Energy FL*; e o *Financial Instruments for Brazil Energy Efficient Cities* (Finbrazeec), ambos focados em energia eólica e eficiência energética. Esses projetos demonstram o compromisso do Brasil com a transição energética, embora ainda existam desafios, como a necessidade de maior coordenação entre os setores público e privado para mobilizar o capital necessário e alinhar interesses (Mousinho; Coelho, 2023).

A Índia tem se destacado como um dos principais destinos de investimentos voltados à transição energética entre os países do BRICS. O KfW, por exemplo, contribuiu com 15% dos investimentos totais no país nos últimos 20 anos, apoiando diversos projetos de energia renovável. Além disso, instituições multilaterais como o Banco Asiático de Desenvolvimento, o Banco Mundial e a *International Finance Corporation* (IFC) respondem por mais de 50% do total de investimentos, impulsionando a diversificação da matriz energética indiana (Mousinho; Coelho, 2023).

Em contraste, a China, com sua robusta capacidade de investimento interno, mantém um ritmo acelerado de expansão de suas fontes renováveis sem depender tanto de financiamento externo. Já a Rússia e a África do Sul enfrentam desafios distintos em suas respectivas transições energéticas. A Rússia possui uma longa história de dependência de combustíveis

fósseis, o que torna a mudança para fontes renováveis mais complexa. A África do Sul, por sua vez, também enfrenta a necessidade de investimentos substanciais para reduzir sua dependência de carvão e expandir o uso de energias limpas, mas as limitações financeiras e a necessidade de maior apoio internacional continuam sendo obstáculos significativos para os países (Mousinho; Coelho, 2023).

Huomo e Wilby (2021) realizaram uma análise aprofundada sobre o financiamento da União Europeia para projetos energéticos e as políticas que estão moldando o cenário energético. É ressaltada a transformação nas dinâmicas de investimento, impulsionada pela relutância crescente em financiar projetos de combustíveis fósseis, enquanto reconhecem a importância estratégica do gás natural como fonte de transição na matriz energética europeia.

Em contrapartida, a política da União Europeia, exemplificada pelo Trans-European Networks for Energy Regulation, desempenha um papel crucial ao orientar os investimentos para infraestruturas mais sustentáveis. Essas políticas, embora incentivem fontes renováveis, ainda reconhecem o papel fundamental do gás natural na garantia da segurança energética e na facilitação da transição para fontes mais limpas (Huomo; Wilby, 2021).

Por outro lado, Fazioli e Pantaleone (2021) analisaram os fatores de políticas públicas que desempenham um papel significativo na orientação das políticas em direção à afirmação das economias do hidrogênio. O artigo revela que o investimento em estratégias de hidrogênio está fortemente ligado às políticas nacionais, isto é, países eficientes em energia, com baixa dívida pública, tendem a investir em hidrogênio, nesse caso o azul. Contudo, países estritamente dependentes de petróleo são menos propensos a adotar políticas de hidrogênio.

Já em 2022, Fazioli et al. examinaram o status da transição verde para países dependentes de petróleo. Especialmente em relação às mais recentes políticas de hidrogênio em todo o mundo, o trabalho destaca os desafios enfrentados por países dependentes de petróleo na busca pela descarbonização. Sendo assim, investimentos verdes exigem esforços significativos e enfrentam altos riscos, o que limita o financiamento. Logo, estratégias eficazes de baixas emissões de carbono devem priorizar eficiência, rentabilidade e transparência, com parcerias público-privadas sendo essenciais para o sucesso desta transição.

Em continuidade, o estudo de Taghizadeh-Hesary et al. (2022) preenche uma lacuna na literatura ao examinar a viabilidade econômica e financeira dos projetos de hidrogênio em andamento na China. A análise revela que esses projetos são sensíveis às taxas de juros e aos impostos sobre a renda. Além disso, destaca-se a importância do financiamento verde e da diversificação de fontes de financiamento para o sucesso dessas iniciativas.

Por fim, o estudo de Popova (2023) concentra-se nas ferramentas e políticas para a descarbonização do Brasil. O estudo identifica as áreas potenciais para atingir as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)⁵, é enfatizado que, apesar dos desafios representados pela agricultura extensiva e pelo desmatamento, o país pode alcançar zero emissões no setor de energia por meio de políticas de financiamento. Assim, a expansão das energias renováveis oferece oportunidades para a produção de hidrogênio sustentável, e o Brasil pode se beneficiar do desenvolvimento de mercados de carbono voluntários e da cooperação internacional para enfrentar as pressões climáticas globais.

Com o intuito de compreender e avaliar a dimensão da mudança de energias não renováveis para a adoção de fontes limpas, a Tabela 1 sintetiza a percepção de alguns autores analisados em diferentes contextos, desde a transição energética até as discussões de financiamento em diferentes países.

Quadro 1 – Revisão aplicada acerca da transição da matriz energética e financiamento de projetos sustentáveis

Título	Autores	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados
<i>Gas transit development in Europe and beyond: In an era of geopolitical influence and climate change pressures</i> (2021)	L. Huomo C. Wilby	Analisar o financiamento disponível da União Europeia para projetos energéticos e como as políticas estão moldando o cenário energético.	Revisão exploratória	Destaca-se a mudança nas dinâmicas de investimento devido à relutância crescente em financiar projetos não renováveis, enquanto ainda se reconhece a importância do gás na transição energética.
<i>Macroeconomic factors influencing public policy strategies for blue and green hydrogen</i> (2021)	R. Fazioli F. Pantaleone	Analisar os fatores de políticas públicas que podem desempenhar um papel significativo na orientação das políticas em direção à afirmação das economias do hidrogênio.	Análise empírica	O investimento em estratégias de hidrogênio está fortemente ligado às políticas nacionais.
<i>Factors influencing hydrogen's strategy in</i>	R. Fazioli et al.	Examinar o status da transição verde para países dependentes de petróleo,	Análise empírica	Países dependentes de petróleo enfrentam desafios na busca pela descarbonização, com investimentos verdes

⁵ As Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) são planos climáticos nacionais que definem as metas de cada país para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e combater as mudanças climáticas, firmados no Acordo de Paris (Popova, 2023).

Título	Autores	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados
<i>practice: a panel data analysis</i> (2022)		especialmente em relação às mais recentes políticas de hidrogênio em todo o mundo.		exigindo esforços significativos e enfrentando altos riscos, o que limita o financiamento.
<i>Green finance and the economic feasibility of hydrogen projects</i> (2022)	F. Taghizadeh-Hesary et al.	Sanar a lacuna da falta de estudos sobre a viabilidade econômica e financeira dos projetos de hidrogênio em andamento na China.	Revisão exploratória	A análise de lucratividade e sensibilidade de projetos de hidrogênio em andamento na China revelou que esses projetos são sensíveis às taxas de juros e impostos sobre a renda.
<i>Key low-carbon development policies and instruments in Brazil</i> (2023)	I. Popova	Destacar as principais ferramentas e políticas para a descarbonização do Brasil, identificando áreas potenciais em que o país não apenas pode atingir suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), mas também garantir um crescimento econômico verde e inovador.	Revisão exploratória	A expansão das energias renováveis cria oportunidades para a produção de hidrogênio sustentável. Além disso, o Brasil pode se beneficiar do desenvolvimento de mercados de carbono voluntários e da cooperação internacional para atrair financiamento e enfrentar as pressões climáticas globais.
Financiamento externo e transição energética nos países do BRICS (2023)	M. Mousinho A. Coelho	Investigar os principais financiadores, especialmente no âmbito da OCDE, que estão apoiando os países do BRICS em sua transição para uma economia de baixo carbono.	Análise empírica	A Alemanha é identificada como o principal financiador individual da transição energética, com o Japão e os Estados Unidos também exercendo papéis relevantes nesse contexto. O Banco Mundial é destacado como uma das principais instituições multilaterais que apoiam essa iniciativa. Apesar do aumento nos investimentos em energias renováveis, a matriz energética global permanece predominantemente ligada a combustíveis fósseis. Em particular, os investimentos nesse setor são seis vezes superiores aos direcionados a fontes de energia renovável.
A dinâmica de transição energética no	C. Ungaretti T. Nunes M. Mendonça	Analisar as dinâmicas da transição	Análise empírica	Destaca o papel da China na diversificação energética do Brasil e da

Título	Autores	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados
Brasil e na Argentina: Potencialidades, limites e o papel da China (2024)		energética no Brasil e na Argentina, focando nos investimentos e financiamentos, especialmente os provenientes da China. Além de explorar como os investimentos estrangeiros diretos (IED) influenciam a descarbonização das economias desses países.		Argentina, com diferentes estratégias de investimento. No Brasil, a aquisição de ativos energéticos predomina, enquanto na Argentina, o foco é no financiamento de novos projetos de infraestrutura. Os resultados sugerem que, apesar dos avanços, os investimentos atuais não são suficientes para atender completamente às necessidades de descarbonização em ambos os países.

Fonte: Elaboração Própria.

Os artigos evidenciados contribuem para as discussões sobre a transição da matriz energética global e, em especial, como o hidrogênio verde desponta como uma alternativa limpa e promissora. Como observado, a alteração para uma base energética mais sustentável é buscada por vários países, porém, devido às nuances e ao nível de desenvolvimento de cada contexto, o processo de transição energética não ocorre de maneira uniforme. Isso pode resultar em diferentes níveis de impacto e disrupção, bem como na adoção variada de tecnologias e em seu potencial de disseminação, o que afeta diretamente nos custos e, conseqüentemente, no maior ou menor grau de mudanças nas fontes de energias.

Ademais, ainda que o potencial disruptivo seja normalmente associado às inovações radicais, em determinados setores, uma série de inovações incrementais adversas ao paradigma vigente pode romper com estruturas de mercado no longo prazo (Hoff; Avellar; Andrade, 2016). Dessa maneira – segundo os trabalhos explicitados no Quadro 1, os efeitos da transição energética não somente repercutem na esfera financeira, mas também nas adequações políticas e regulatórias relacionados à produção, uso e implementação das fontes de energia mais limpas, como no caso do hidrogênio verde.

Por fim, ao analisar o cenário dos países emergentes, percebe-se que as iniciativas de finanças sustentáveis, embora importantes, não são suficientes para impulsionar a transição energética de forma eficaz. É fundamental que essas iniciativas sejam complementadas por políticas públicas robustas e investimentos internos, criando um ambiente favorável para atrair e alavancar o capital estrangeiro que já se faz presente. Apesar dos avanços significativos, a

lacuna de investimentos para a descarbonização ainda é profunda, demandando ações mais coordenadas e ambiciosas para acelerar essa transformação.

1.3 METODOLOGIA

Para cumprir o objetivo desta pesquisa, isto é, identificar qual o papel desempenhado pelas finanças sustentáveis para o financiamento da mudança da matriz energética brasileira, será conduzida uma investigação de natureza exploratória. Tal abordagem se mostrou necessária dado o caráter recente do tema, com bibliografias a serem examinadas no âmbito econômico para compreender o panorama de investimentos e o estágio atual da transição energética brasileira.

Para avaliar a matriz energética mundial e a posição do Brasil no *ranking* global, inicialmente, serão apresentados os conceitos essenciais e, em seguida, serão identificadas as principais fontes de energia limpa utilizadas no mundo. Logo após, será contextualizada a matriz energética global e como o Brasil se posiciona frente ao contexto mundial, proporcionando uma análise detalhada da dinâmica da matriz energética alternativa. Na sequência, com o intuito de identificar em qual estágio se encontra o processo de transição da matriz energética brasileira, será realizada uma análise da evolução da matriz energética do país.

Em continuidade, para verificar as fontes de financiamento para a mudança da matriz energética, será realizado um levantamento de linhas de crédito privadas e programas públicos que incentivam a diversificação do setor. As informações serão coletadas em bancos de dados e em sites oficiais de instituições financeiras e governamentais. Também serão mapeados os principais planos nacionais que visam a transição para uma economia de baixo carbono.

A fim de complementar a análise da transição energética, isto é, analisar as alternativas para a mudança da estrutura energética do país, será feita uma breve discussão sobre o hidrogênio verde, considerada a nova fonte de energia promissora. A pesquisa também avaliará a inserção do Brasil nesse mercado emergente e o papel do hidrogênio verde na mudança da matriz energética nacional.

O procedimento de pesquisa será conduzido em quatro etapas, com levantamentos qualitativos e quantitativos, além do uso de dados secundários de relatórios e publicações. A primeira etapa envolve uma revisão qualitativa dos conceitos e principais fontes de energia limpa no contexto mundial, seguida por uma análise quantitativa da capacidade instalada e da

matriz energética global. Na segunda etapa, será examinado o estágio atual da transição energética no Brasil, através de uma análise quantitativa sobre a evolução da matriz energética do país e da capacidade instalada em fontes renováveis do país.

Na terceira etapa, será realizada uma abordagem mista, qualitativa e quantitativa, para identificar as principais fontes de financiamento disponíveis para a transição energética. Serão também destacadas as principais linhas de crédito e apresentados dados quantitativos sobre os investimentos realizados, concluindo com informações qualitativas acerca do panorama dos planos de incentivo e programas que apoiam a diversificação do setor energético. Por fim, o hidrogênio verde será estudado também de forma mista, abordando qualitativamente seu potencial e analisando quantitativamente os investimentos e projeções econômicas desta fonte emergente.

Sendo assim, os dados serão coletados através de bases disponíveis por agências e relatórios públicos, as informações serão apresentadas por meio de figuras e tabelas. Com isso, pode-se inferir que o método central é o dedutivo, visto que há proposições gerais acerca da relevância das fontes de energia limpas, tendo em vista as crises climáticas e o esgotamento das fontes fósseis. Para que a transição da matriz energética ocorra de fato, é imprescindível a utilização de fontes de financiamento sustentáveis.

Quadro 2 - Síntese metodológica

Objetivo Específico	Fonte	Dado
Avaliar a matriz energética mundial e a posição do Brasil no ranking global	Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	Nacional
	Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA)	Internacional
	Agência Internacional de Energia (AIE)	Internacional
Identificar em qual estágio se encontra o processo de transição da matriz energética brasileira	Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	Nacional
Verificar as fontes de financiamento da mudança da matriz energética	Site dos bancos públicos e privados e relatório com investidores (RI)	Nacional
Analisar as alternativas para mudança da estrutura energética do país	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)	Nacional
	Agência Internacional de Energia (AIE)	Internacional

Fonte: Elaboração Própria.

2 PANORAMA DA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL: FONTES, CAPACIDADE E POSIÇÃO DO BRASIL

Com o intuito de avaliar a matriz energética mundial e a posição do Brasil no ranking global, dois tópicos essenciais serão abordados. Primeiramente, serão identificadas as principais fontes de energias limpas mundiais. Em seguida, será examinada a capacidade instalada mundial a fim contextualizar a posição do Brasil nesse cenário, ressaltando sua importância no contexto energético internacional.

2.1 CONCEITOS ESSENCIAIS DE ENERGIA

A matriz energética representa o conjunto de todas as fontes de energia disponíveis para atender à demanda de uma nação, abrangendo tanto fontes para geração de eletricidade quanto aquelas usadas em transporte, aquecimento e outras finalidades. Por sua vez, a matriz elétrica é um subsetor dentro da matriz energética, que se refere exclusivamente às fontes utilizadas para a geração de energia elétrica, seja em um país, estado ou em âmbito global (EPE, 2023).

Além disso, há o conceito de Oferta Interna de Energia (OIE) que refere-se ao total de energia disponível para consumo em um país, incluindo a energia produzida domesticamente e a importada, subtraindo-se as exportações (Lopes; Taques, 2016). A OIE é um indicador fundamental para avaliar a capacidade de um país de suprir sua demanda energética de forma sustentável, já que ela engloba todas as fontes de energia - fósseis e renováveis - que abastecem os diversos setores da economia.

2.2 PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA LIMPA

O crescimento urbano e populacional tem gerado uma demanda crescente por energia, intensificando o uso de combustíveis fósseis. No entanto, essa dependência traz custos elevados, evidenciados pela iminente escassez desses recursos finitos. Estima-se que as reservas globais de carvão, petróleo e gás natural possam se esgotar em poucas décadas, já que a demanda supera a capacidade de reposição desses recursos vitais. O esgotamento das reservas de combustíveis fósseis não só ameaça a segurança energética global, como também agrava os impactos ambientais decorrentes de sua extração e queima (Aravidan; Kumar, 2023).

Em consonância, as emissões resultantes da combustão de combustíveis fósseis contribuem significativamente para o aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, exacerbando o aquecimento global e as mudanças climáticas. Diante desse cenário, surge um desafio crítico para a humanidade: como suprir as crescentes demandas energéticas sem comprometer o futuro do nosso planeta? A resposta a essa indagação reside na transição urgente para fontes limpas, sustentáveis e renováveis de energia. Nesse contexto, tecnologias como fotovoltaica, eólica, hidrelétrica e geotérmica surgem como alternativas viáveis aos combustíveis fósseis, fornecendo energia de forma ambientalmente responsável e renovável (Aravidan; Kumar, 2023).

Além dos benefícios ambientais inquestionáveis, a adoção de fontes limpas de energia também proporciona oportunidades econômicas significativas. O desenvolvimento e a implementação de tecnologias de energia renovável impulsionam a inovação, geram empregos e estimulam o crescimento econômico em escala global. Adicionalmente, ao reduzir a dependência de combustíveis fósseis importados, os países podem fortalecer sua segurança energética e reduzir a volatilidade nos mercados de energia (Tomelin, 2016). Essa diversificação da matriz energética também contribui para a estabilidade econômica e para a resiliência em detrimento de choques externos.

Contudo, para realizar plenamente o potencial das fontes limpas de energia, são necessários investimentos substanciais em pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura. É imperativo que governos, empresas e a sociedade em geral se unam para promover políticas e incentivos que acelerem a transição para um futuro energético sustentável. Somente através de um compromisso coletivo e ação decisiva é possível enfrentar os desafios da escassez de combustíveis fósseis e mitigar os impactos das mudanças climáticas, garantindo um futuro próspero para as gerações presentes e futuras (Tomelin, 2016).

À luz do exposto, é possível inferir que as medidas adotadas pelo governo brasileiro incorporam a discussão sobre novos padrões de consumo energético, embasados no modelo sustentável e debatidos em diversas agendas globais. Nesse contexto, a transição para uma economia limpa fortalece a discussão acerca da diversificação da matriz energética, favorecendo a incorporação de fontes alternativas (Júnior; Collaço, 2023). Diante desse cenário, no Quadro 3 foram elencadas as principais fontes de energia renováveis já implementadas no mundo.

Quadro 3 – Síntese das principais fontes de energia renováveis

Fonte de Energia	Definição e Funcionamento	Vantagens	Desvantagens	Referência
Biomassa	Matéria orgânica de origem animal e vegetal que pode ser convertida em energia elétrica e biogás.	Utilização eficiente de resíduos, redução de poluentes durante a decomposição, fonte constante e renovável de energia. Pode ser implementada em diversas localidades.	A decomposição ou combustão da matéria orgânica libera dióxido de carbono (CO ₂) na atmosfera, embora parte seja reabsorvida pelas plantas no ciclo do carbono. O manejo inadequado pode resultar na liberação excessiva de metano.	Mantovani et al., 2022.
Eólica	Utiliza a energia cinética dos ventos para gerar eletricidade por meio de turbinas eólicas, que convertem o movimento das massas de ar em corrente elétrica através do giro de suas pás.	Fonte limpa e inesgotável. A eletricidade gerada também pode ser aplicada na eletrólise da água para produção de hidrogênio verde.	Impacto visual e sonoro; representa risco para aves e morcegos. Descarte de pás usadas, feitas de materiais como resina epóxi e fibra de vidro ou carbono é uma emergente preocupação ambiental.	Confessor et al., 2019; Madruga, 2023; Rodrigues; Aquino; Thomaz, 2015.
Fotovoltaica	Converte luz solar em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas, sendo aplicada em parques solares e áreas urbanas.	Abundante, silenciosa e versátil. Permite produção de hidrogênio verde e pode ser instalada em diferentes locais e tamanhos.	Requer grandes áreas, o que pode causar perda de vegetação e aumento do escoamento superficial. A radiação solar é distribuída de forma desigual na Terra, variando com a latitude, estação do ano e clima.	Elias, 2010; Madruga, 2023.
Geotérmica	Utiliza o calor do interior da Terra para geração de eletricidade e aquecimento, capturado por perfurações profundas no solo.	Fonte constante, energia limpa e renovável.	Altos custos de implementação e poluição sonora. Viabilidade limitada a regiões próximas a placas tectônicas.	Campos, 2017.
Hidrelétrica	Converte a energia potencial gravitacional da água em eletricidade, aproveitando a força cinética de rios e quedas d'água.	Alta produção de energia, com baixa emissão de gases de efeito estufa. Possibilidade de produção de hidrogênio verde.	A geração de energia depende da disponibilidade de água e do regime de chuvas, além da vazão do rio e das características topográficas do local. Além da sua implementação causar desmatamento, perda de biodiversidade, deslocamento de comunidades e contaminação das águas.	Elias, 2010; Madruga, 2023.
Oceânica	Aproveita o calor e movimento dos oceanos, como marés, ondas e	Energia limpa, fonte abundante e renovável.	Necessidade de infraestrutura robusta para suportar condições climáticas adversas.	Taverna, 2022.

Fonte de Energia	Definição e Funcionamento	Vantagens	Desvantagens	Referência
	correntes marítimas, para geração de eletricidade.			

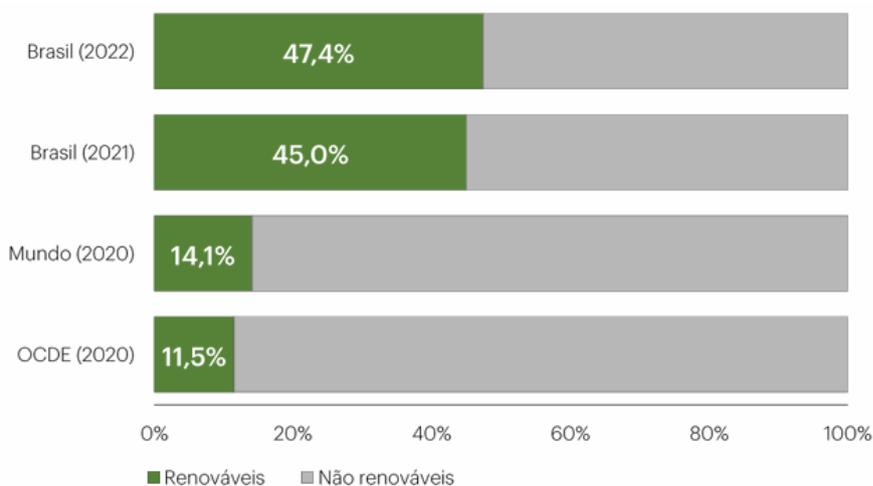
Fonte: Elaboração Própria.

2.3 MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL E INSERÇÃO DO BRASIL

A matriz energética brasileira é frequentemente destacada como uma das mais limpas do mundo. Com cerca de 48% de sua energia proveniente de fontes renováveis, percentual significativamente superior à média global de 14%, o Brasil ocupa uma posição privilegiada no cenário da transição energética (EPE, 2023). Essa vantagem é resultado de décadas de investimento em fontes sustentáveis, no entanto, apesar desse destaque, o país ainda possui um vasto potencial inexplorado em recursos hídricos, solar e eólico, que pode ser crucial para consolidar ainda mais sua posição na transição energética global.

Para compreender melhor a posição do Brasil no cenário global, é necessário analisar a evolução da capacidade instalada de energia renovável no país e compará-la com outros países. A Figura 1 destaca a crescente importância das fontes de energia renovável na matriz energética global, caminhando para metade da matriz nacional, dado esse que reflete nos esforços para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar as emissões de gases danosos ao meio ambiente.

Figura 1 – Participação das energias renováveis na oferta interna de energia (%)

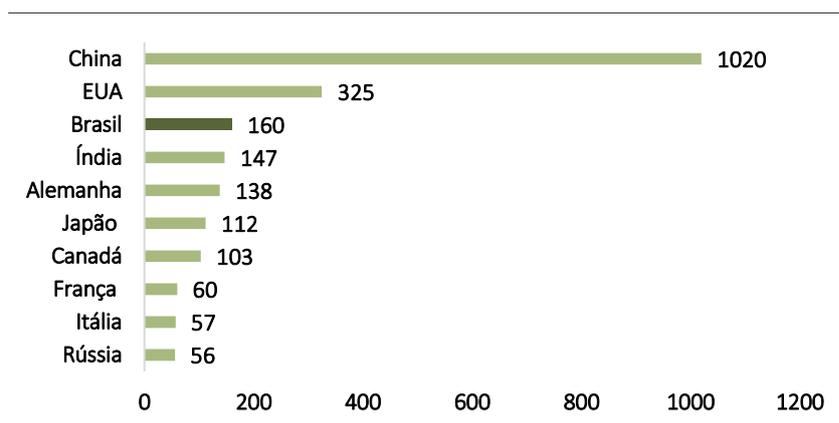


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Relatório Síntese: 2023 (EPE, 2023, p. 12).

A Figura 1 também destaca a importância das fontes limpas na matriz energética global, as energias renováveis têm ganhado espaço, indicando um movimento global em direção a um sistema energético mais sustentável e menos dependente de carbono. No entanto, apesar do avanço, as fontes limpas representaram apenas 14% da matriz energética global em 2020, evidenciando que ainda há um longo caminho a ser percorrido, já que as fontes não renováveis continuam predominantes.

Para compreender o posicionamento do Brasil no contexto internacional, é importante analisar a capacidade instalada mundial de energias renováveis. A Figura 2 revela como países como China e Estados Unidos têm liderado os investimentos em fontes de energia verdes, enquanto o Brasil, apesar de seu grande potencial, ainda possui espaço para crescimento no cenário global.

Figura 2 – Capacidade instalada mundial de energia renovável em gigawatts em 2021

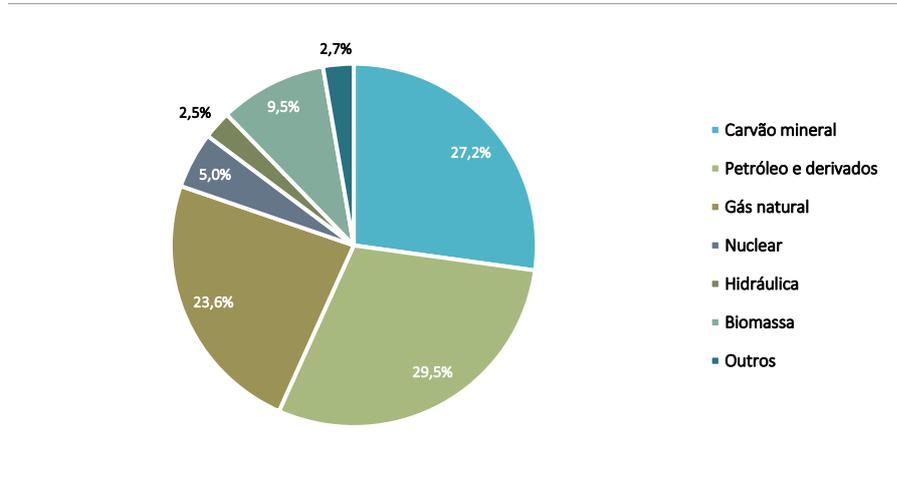


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023) apud Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA, 2022); Elaboração Própria.

A capacidade instalada em gigawatts, que mede a infraestrutura disponível para gerar energia a partir de fontes renováveis, tem crescido exponencialmente nos últimos anos. China e Estados Unidos estão à frente desse avanço, impulsionados por políticas públicas ambiciosas e investimentos massivos em tecnologias limpas. Ao passo que países emergentes, como Brasil e Índia, também apresentam crescimento significativo, aproveitando seus recursos naturais abundantes para diversificar suas matrizes energéticas.

Para compreender a composição da matriz energética global, as Figuras 3 e 4 permitem uma análise do estágio que se encontra a matriz energética e a matriz elétrica mundial em 2021, destacando as principais fontes de energia utilizadas.

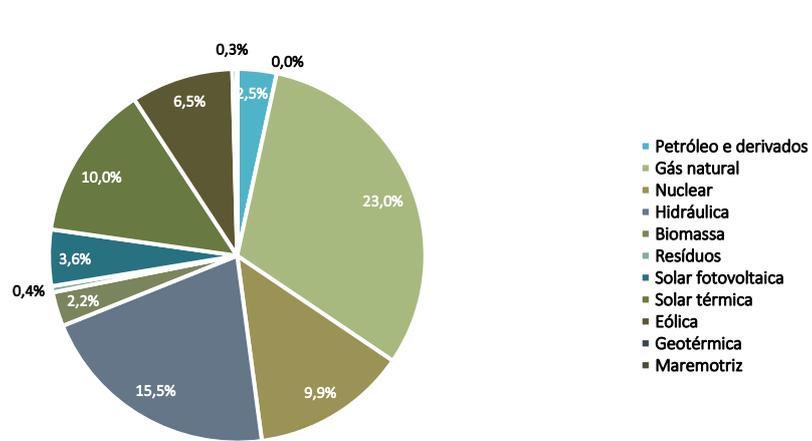
Figura 3 – Repartição da matriz energética mundial em 2021



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023) apud Agência Internacional de Energia (AIE, 2023);
Elaboração Própria.

Ao avaliar a matriz energética mundial em 2021, observa-se uma predominância de fontes não renováveis, como o petróleo e seus derivados representando a maior fatia (29,5%), seguidos pelo carvão mineral (27,2%) e gás natural (23,6%). Juntas, essas fontes fósseis somam 80,3% da matriz e são responsáveis por grande parte das emissões globais de gases de efeito estufa. Por outro lado, a participação das fontes renováveis é pouco expressiva. Fontes como solar, eólica e geotérmica representam apenas 2,7% da matriz energética global, categorizadas como "Outros" na Figura 3. Quando se adiciona a participação da energia hidráulica e da biomassa, as energias renováveis totalizam quase 15%.

Figura 4 – Repartição da matriz elétrica mundial em 2021



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023) apud Agência Internacional de Energia (AIE, 2023);
Elaboração Própria.

Em 2021, a matriz elétrica global manteve uma forte dependência de fontes de energia fósseis. Os combustíveis fósseis — representados pelo gás natural (23%) e pelo petróleo e derivados (2,5%) — ainda constituíram uma parcela significativa da geração elétrica. Essa dependência vai contra os compromissos ambientais estabelecidos em cúpulas globais, como o Acordo de Paris⁶, que preconiza a redução das emissões de gases de efeito estufa para mitigar os impactos das mudanças climáticas.

Além das fontes fósseis, a energia nuclear também contribuiu com uma parcela considerável (9,9%), sendo uma fonte não renovável que, embora produza menos emissões durante a geração de eletricidade, apresenta riscos de segurança e problemas relacionados ao descarte de resíduos radioativos.

A análise dos gráficos indica que há uma alta participação de fontes fósseis resultando em emissões significativas de gases poluentes e, conseqüentemente, contribuindo para o aquecimento global e seus efeitos adversos sobre o meio ambiente. Essa dependência também gera insegurança energética, uma vez que a oferta e os preços dessas fontes estão sujeitos a instabilidades geopolíticas, como conflitos em regiões ricas em petróleo e gás.

Ademais, a predominância de fontes poluentes revela um desalinhamento com os objetivos de sustentabilidade acordados internacionalmente, que incluem aumentar a participação de energias limpas e renováveis e reduzir a queima de combustíveis fósseis. Apesar de avanços em fontes renováveis, como a hidráulica (2,5%) e a biomassa (9,5%), estas ainda ocupam uma posição menor na matriz energética global, indicando um longo caminho a percorrer para alcançar uma matriz verdadeiramente sustentável.

3 PERSPECTIVAS SOBRE MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

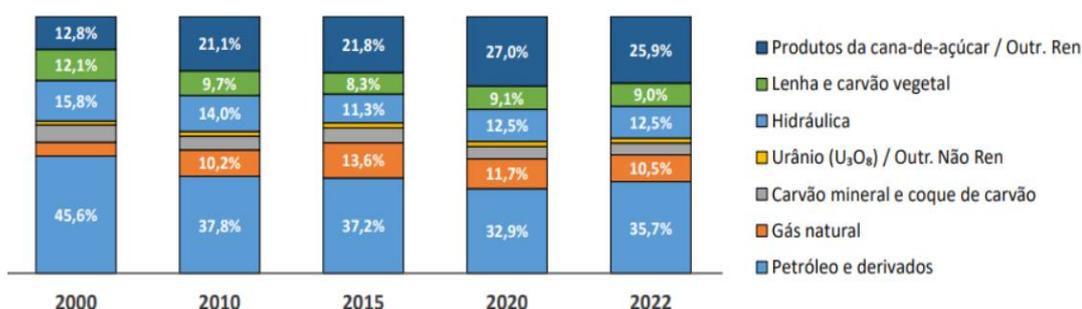
Após uma contextualização do cenário da matriz energética mundial, é necessário identificar em qual estágio se encontra o processo de transição da matriz energética brasileira. Sendo assim, será analisada a evolução da matriz brasileira no tempo, identificando a atual fase no processo dessa mudança.

⁶ O Acordo de Paris é um tratado internacional focado no enfrentamento das mudanças climáticas, adotado em 2015 durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Clima, realizada em Paris. Seu objetivo central é conter o aumento da temperatura global, mantendo-o bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, com esforços para limitar esse aumento a 1,5°C. Para isso, os países signatários comprometeram-se a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e a fortalecer sua capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas (Martins; Teruel; Silva, 2023).

3.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

A transição energética envolve a mudança de uma matriz energética dominada por combustíveis fósseis para uma matriz baseada em fontes renováveis. Este processo é impulsionado por diversos fatores, incluindo a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, aumentar a segurança energética por meio da diversificação das fontes de energia e promover o desenvolvimento econômico sustentável (Tomelin, 2016).

Figura 5 – Evolução da oferta interna de energia por fonte entre 2000 e 2022 (%)

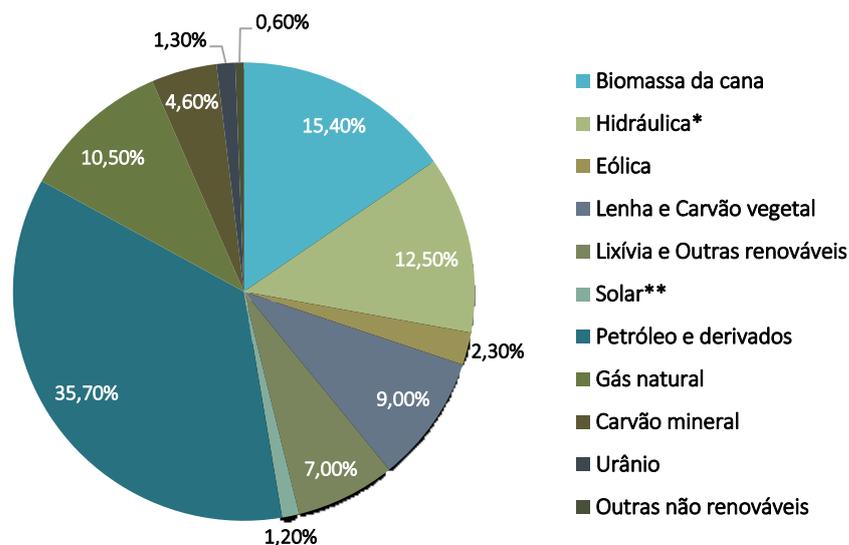


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Atlas Eficiência Energética Brasil: 2023 (EPE, 2024, p. 20).

Nesse mesmo contexto, a Figura 5 mostra a evolução da Oferta Interna de Energia no Brasil entre 2000 e 2022, destacando mudanças na participação de fontes renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis, especialmente o petróleo e derivados, continuam sendo a maior parcela da matriz, embora tenham diminuído de 45,6% em 2000 para 35,7% em 2022. O gás natural foi a fonte não renovável com maior crescimento, passando de 5,4% para 10,5% no mesmo período, devido à expansão do uso em termelétricas.

Figura 6 – Repartição da matriz energética brasileira⁷ na oferta interna de energia em 2022

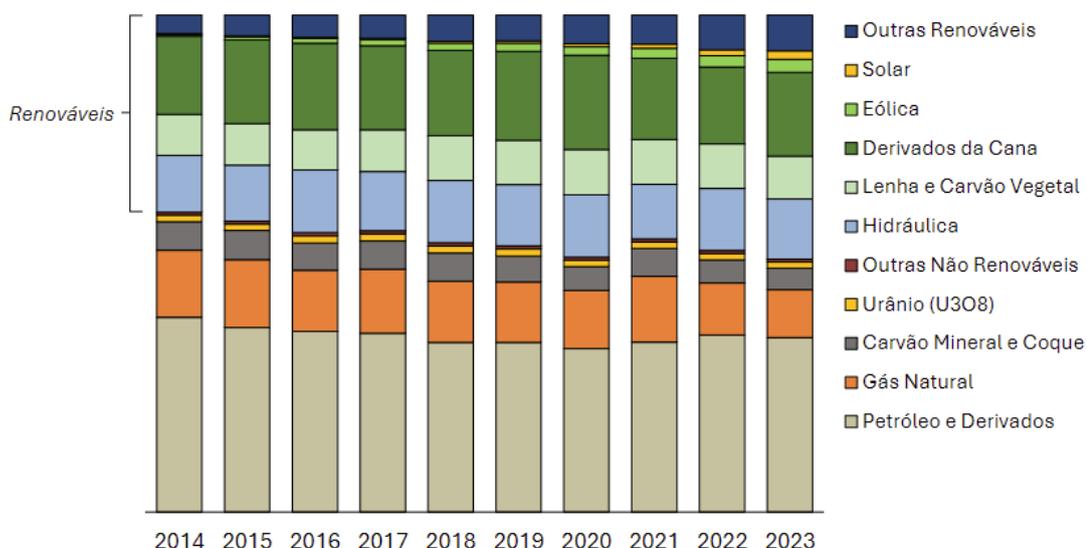
⁷ Hidráulica: inclui importação de eletricidade; Solar: inclui as fontes Fotovoltaicas e Térmicas.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Relatório Síntese: 2023 (EPE, 2023, p. 16);
Elaboração Própria.

Entre as fontes renováveis, os produtos da cana-de-açúcar representou 15,4% da matriz em 2022, seguido pela matriz hidráulica com 12,5%. Ao avaliar a evolução das fontes, conforme apontado na Figura 5, a energia hidráulica e a lenha e carvão vegetal mantiveram-se estáveis, enquanto novas fontes como a energia eólica e o biodiesel cresceram, impulsionadas por políticas de incentivo e pela expansão de novas tecnologias renováveis. Essas mudanças refletem uma diversificação da matriz energética brasileira, com uma maior presença de fontes renováveis e menor dependência de combustíveis fósseis.

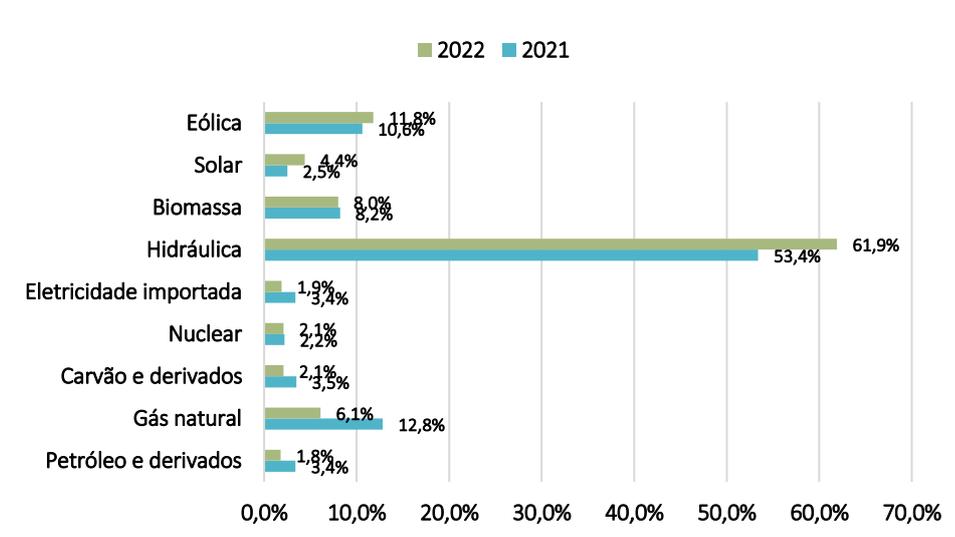
Figura 7 – Evolução da oferta interna de energia brasileira entre 2014 e 2023



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Relatório Síntese: 2024 (EPE, 2024, p. 20).

Ao avaliar o histórico da Figura 7, é possível concluir que houve uma redução das energias renováveis na matriz energética em 2014, devido à crise hídrica ocorrida naquele período. A partir de 2015, as energias renováveis retomaram seu crescimento e diversificação, demonstrando o compromisso do Brasil em aumentar a participação dessas fontes em sua matriz energética. Essa mudança visa reduzir a dependência de fontes não renováveis, além de assegurar fontes alternativas diante das variações no regime pluviométrico do país.

Figura 8 – Repartição da matriz elétrica brasileira na oferta interna de energia em 2021 e 2022

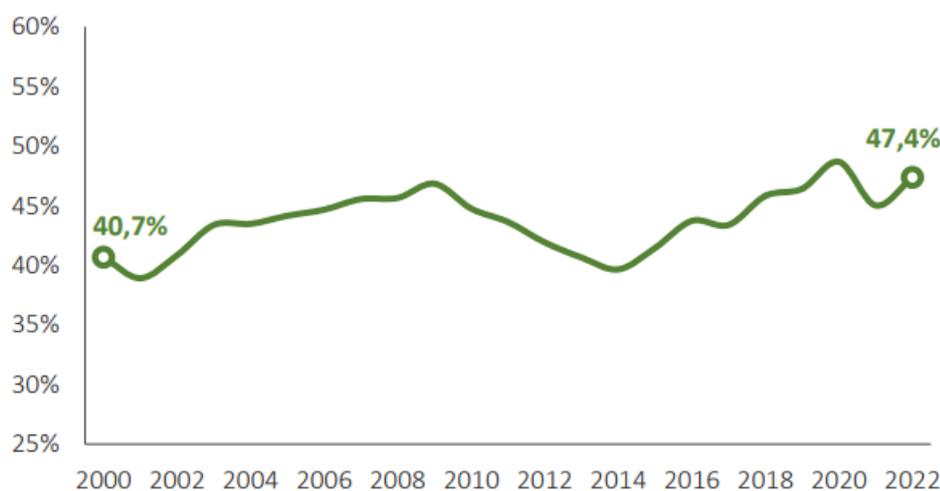


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Relatório Síntese: 2023 (EPE, 2023, p. 35);
Elaboração Própria.

Avançando um pouco mais, a Figura 8 detalha a repartição da matriz energética brasileira, destacando o aumento da geração hidráulica, impulsionada pelo regime de chuvas em 2022. A energia hidráulica teve um aumento significativo, passando de 53,4% em 2021 para 61,9% em 2022, o que representa um crescimento de 14% na oferta hidráulica. Esse aumento compensou a redução na participação de fontes de energia derivadas de combustíveis fósseis.

Especificamente, houve quedas acentuadas na participação das energias fósseis, alcançando o patamar de 9,7%, que, somada à energia nuclear, se aproxima de 10%. Em contrapartida, as fontes de energia renovável cresceram aproximadamente 11,6%. Além disso, a oferta total de energia aumentou 1,6%, passando de 679,2 TWh em 2021 para 690,1 TWh em 2022, indicando uma leve expansão na capacidade de geração. Esses dados sugerem que o aumento das chuvas em 2022 contribuiu para a redução da dependência de fontes fósseis e para o incremento no uso de fontes renováveis, especialmente a energia hidráulica (EPE, 2023).

Figura 9 – Participação das energias renováveis brasileira na oferta interna de energia entre 2000 e 2022

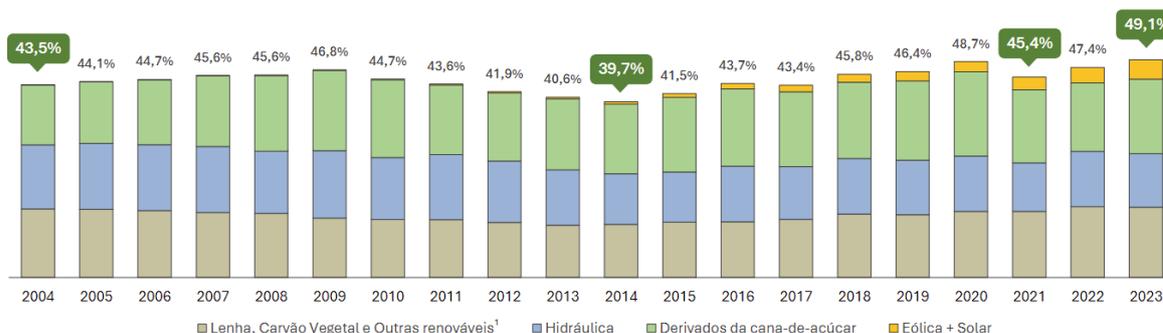


Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Atlas Eficiência Energética Brasil: 2023 (EPE, 2024, p. 19).

Conforme evidenciado pela Figura 9, o Brasil possui um potencial significativo para energias renováveis devido às suas condições naturais favoráveis, especialmente em termos de hidrelétricas, biomassa, solar e eólica. Pode-se inferir que a matriz energética brasileira é composta por uma considerável porcentagem de fontes alternativas, destacando o papel do país

como um líder potencial na transição energética. Em 2022, cerca de 47,4% da matriz energética brasileira era composta por fontes renováveis e, os outros 52,6% são provenientes de fontes não renováveis.

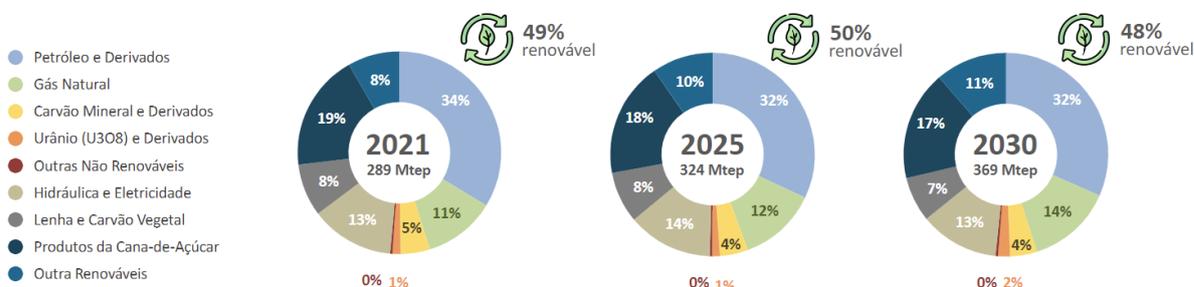
Figura 10 – Participação das energias renováveis na oferta interna de energia brasileira entre 2004 e 2023



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Relatório Síntese: 2024 (EPE, 2024, p. 13).

Avaliando melhor a repartição das energias renováveis no Brasil, ao longo do período analisado, a participação das energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) no Brasil manteve-se em patamares elevados, atingindo 49,1% em 2023. Durante as duas últimas décadas, o avanço da diversificação das fontes, especialmente com o crescimento da energia eólica e solar, permitiu preservar altos níveis de renovabilidade na OIE, mesmo frente às variações na produção de energia hidráulica e outras fontes renováveis. Logo, a diversificação da matriz energética é um indicador positivo de progresso na transição energética.

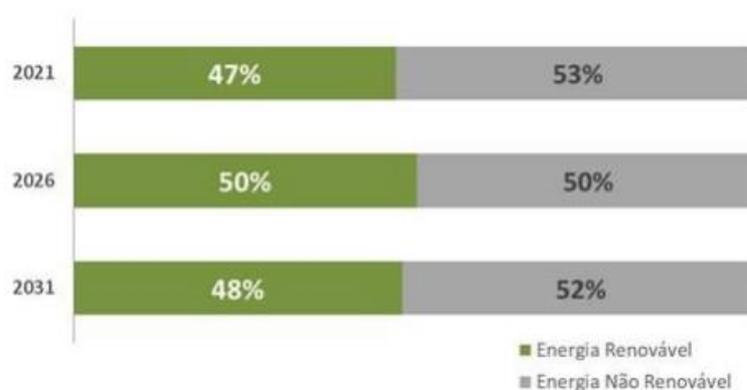
Figura 11 – Evolução da composição da oferta interna de energia por fonte no Brasil



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia: 2030 (EPE, 2021, p. 5).

O Plano Decenal de Energia 2030⁸ também sinaliza um avanço significativo na transição energética brasileira, com uma projeção de redução nas fontes não renováveis e um crescimento substancial nas fontes alternativas. Essa mudança é impulsionada pela necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os impactos das mudanças climáticas e, ainda assim, assegurando a energia acessível e limpa prevista na ODS.

Figura 12 – Tendência da matriz energética brasileira: energia renovável e não-renovável



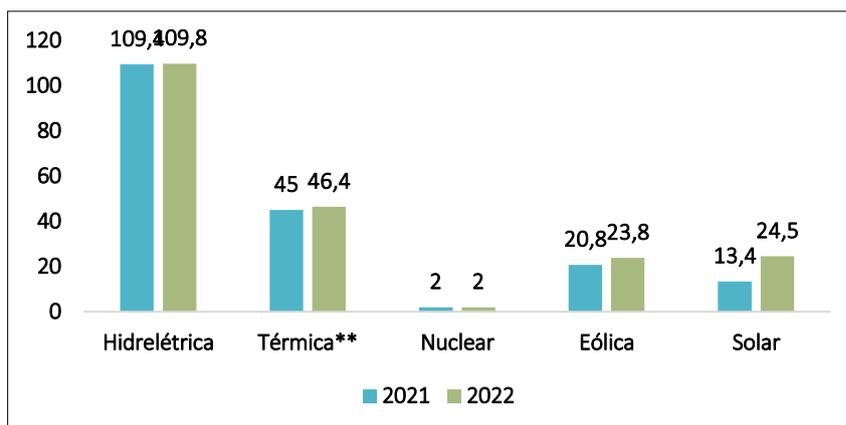
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia: 2031 (EPE, 2022, p. 325).

Ao analisar a Figura 12, é perceptível a tendência gradual de aumento da participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira. Ao longo dos dez anos traçados, é notório o esforço crescente do país em diversificar sua matriz energética e reduzir a dependência de fontes fósseis. Para os anos de 2026 e 2031, as projeções apontam para um equilíbrio aproximado entre fontes renováveis e não renováveis. Essa perspectiva demonstra um avanço significativo em relação à situação atual e um alinhamento com as metas de transição energética impostas nas cúpulas globais, como a Agenda de 2030.

Figura 13 – Capacidade instalada⁹ brasileira em 2021 e 2022

⁸ O Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética do Brasil, apresenta as projeções para a expansão do setor energético até 2030. Com uma visão integrada dos diferentes tipos de energia, o plano apoia decisões de política energética, oferece dados ao mercado e permite avaliar o desenvolvimento do sistema elétrico e a segurança de abastecimento em diversos cenários futuros (EPE, 2022).

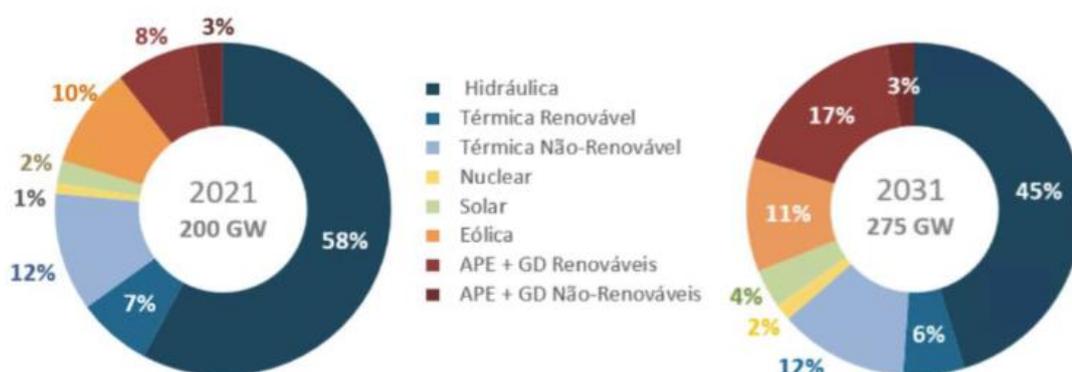
⁹ A capacidade instalada não inclui micro e minigeração distribuídas; a fonte Térmica inclui biomassa, gás, petróleo e carvão mineral.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Relatório Síntese: 2023 (EPE, 2023, p. 42); Elaboração Própria.

A Figura 13 exibe a capacidade instalada das diferentes fontes de energia no Brasil em 2022. O aumento na capacidade instalada de energias renováveis reflete os investimentos contínuos em infraestrutura e tecnologia, essenciais para a transição energética. Portanto, a capacidade instalada crescente de fontes como solar e eólica indica um progresso na adoção de tecnologias limpas e sustentáveis. Em 2022, a capacidade instalada de energia solar no Brasil aumentou cerca de 60% em comparação com o ano anterior, destacando o rápido crescimento deste setor.

Figura 14 – Evolução da matriz energética por fonte de geração¹⁰



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia: 2031 (EPE, 2022, p. 326).

¹⁰ Térmicas não renováveis: São usinas térmicas que utilizam combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, para gerar energia. APE + GD Renovável: APE significa Autoprodução de Energia e GD é Geração Distribuída. Essa categoria envolve a geração de energia renovável - como solar ou eólica - realizada diretamente por consumidores para atender sua própria demanda. APE + GD Não Renovável: Refere-se à autoprodução e geração distribuída usando fontes não renováveis, como gás natural.

Ao avaliar a expectativa em relação à capacidade instalada do Brasil em um período de dez anos, nota-se uma evolução importante na mudança da matriz energética. A participação da energia hidrelétrica, embora ainda predominante, reduziu-se de 58% para 45%, enquanto fontes renováveis, como a eólica e solar, ganharam destaque, com a eólica subindo de 17%. Além de reduzir a dependência de fontes não-renováveis, essa evolução indica uma diversificação na matriz energética, com maior resiliência e segurança no fornecimento de energia. Ou seja, a crescente presença de fontes como eólica e solar destaca o compromisso com a inovação e a busca por estabilidade energética em cenários climáticos adversos.

Ademais, a transição energética também é impulsionada por políticas públicas e marcos regulatórios que incentivam a adoção de tecnologias limpas e a eficiência energética, como será mostrado adiante (Altoé et al., 2017). Conforme exposto, o Brasil, com seu potencial para energias renováveis, está estrategicamente posicionado para efetivar a transição para uma matriz energética mais limpa e segura. Para que essa mudança seja bem-sucedida, é fundamental a combinação de investimentos contínuos em tecnologias renováveis, a implementação de políticas eficazes e a participação ativa de todos os setores da sociedade (Tomelin, 2016).

Logo, é evidente que tanto a composição da matriz energética brasileira quanto sua capacidade instalada demonstram um país com grande potencial para liderar a transição energética global. Embora os avanços sejam significativos, ainda há desafios, especialmente em infraestrutura e financiamento (Tomelin, 2016). No entanto, com políticas públicas adequadas e investimentos estratégicos, o Brasil tem condições de se consolidar como protagonista na promoção de um futuro energético sustentável.

4 FONTES DE FINANCIAMENTO BRASILEIRAS

A transição para uma matriz energética sustentável requer um amplo espectro de fontes de financiamento, incluindo tanto empresas públicas quanto privadas. Portanto, tendo em vista o papel essencial do capital nesse processo, esse tópico tem como intuito verificar as fontes de financiamento para a mudança da matriz energética no Brasil. Primeiramente, será realizado um levantamento dos tipos de financiamentos públicos e privados disponíveis para investimento em energia renovável, destacando o impacto do capital na orientação das políticas energéticas. Em seguida, serão identificados os principais planos de desenvolvimento no setor

de energia, visando compreender como esses programas auxiliam na transição para uma economia de baixo carbono.

4.1 EMPRESAS PÚBLICAS

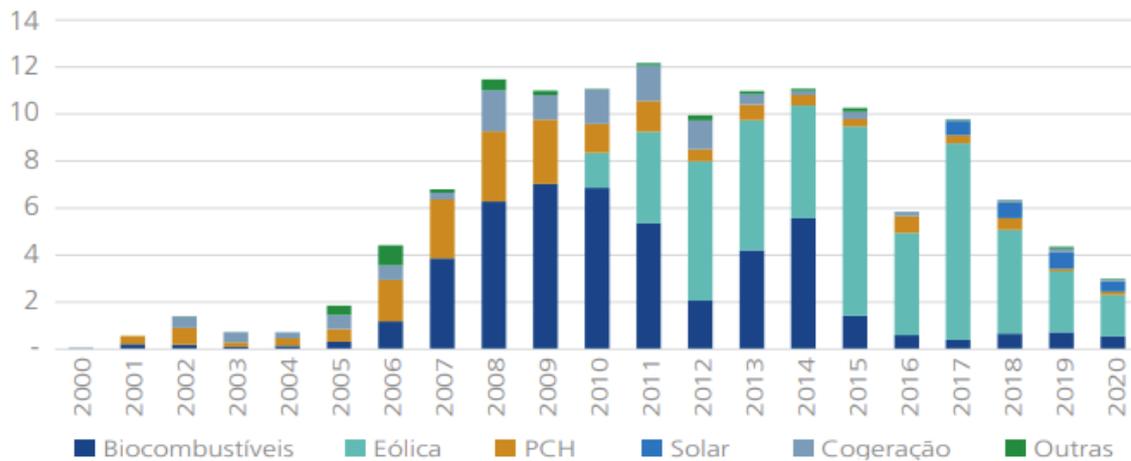
Empresas públicas desempenham um papel relevante, geralmente financiando projetos de grande escala através de recursos governamentais ou empréstimos subsidiados (Souza; Viana, 2019). Essas empresas atuam como catalisadores para o desenvolvimento de infraestruturas essenciais, como redes de transmissão de energia renovável e instalações de geração elétrica (Tolmasquim, 2016). O governo brasileiro, por meio de instituições financeiras públicas como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Caixa Econômica Federal e o Banco do Brasil, tem desempenhado um papel central no financiamento de grandes projetos de energia renovável.

Essas instituições oferecem linhas de crédito específicas para a construção de usinas solares, parques eólicos, e para a modernização de infraestruturas energéticas. Além disso, o Plano Nacional de Energia (PNE) e a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) estabelecem diretrizes para o uso de fontes renováveis e a transição para uma economia de baixo carbono (Federal, 2008).

O BNDES se destaca como um dos maiores financiadores públicos de projetos energéticos no Brasil, oferecendo linhas de crédito com taxas de juros abaixo do mercado e prazos mais longos para viabilizar empreendimentos de infraestrutura sustentável. Segundo a Bloomberg, o banco detém o recorde mundial em investimentos no setor de energia renovável. Ao longo das últimas décadas, o banco de desenvolvimento tem direcionado recursos expressivos para o desenvolvimento de fontes renováveis no Brasil, como eólica, solar, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (BNDES, 2024).

Figura 15 – Evolução dos investimentos por fonte¹¹ em energia renovável (R\$ Bilhões)

¹¹ PCH: pequenas centrais hidrelétricas. Cogeração: produção simultânea de eletricidade e calor a partir de uma única fonte de energia, aumentando a eficiência do uso energético.



Fonte: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, BNDES + Energias Renováveis (BNDES, 2021, p. 4).

A Figura 15 evidencia uma evolução significativa nos investimentos do BNDES em energias renováveis, com uma aceleração marcante a partir de meados dos anos 2000. Essa tendência reflete o papel estratégico que o banco desempenha na diversificação da matriz energética brasileira, promovendo uma menor dependência de fontes fósseis e a predominância das fontes alternativas.

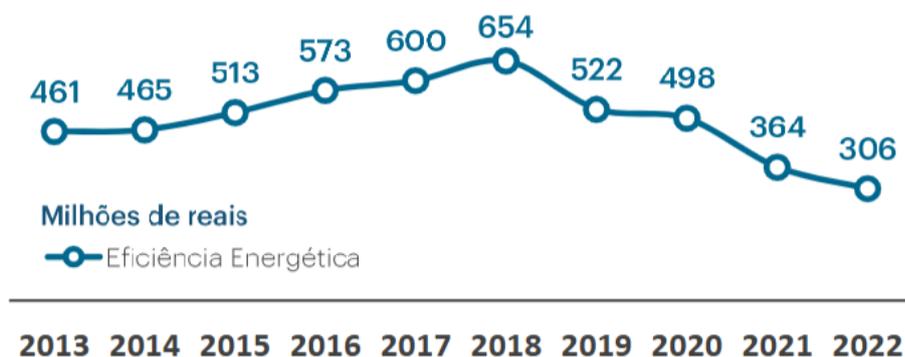
Esse cenário é favorecido pela redução gradual dos custos das energias renováveis, que ocorre à medida que os mercados evoluem. Com o avanço das tecnologias, o aumento da escala de produção e a intensificação da concorrência no setor, algumas fontes renováveis estão se tornando cada vez mais competitivas em relação aos combustíveis fósseis (BNDES, 2021). A Figura 12 também ilustra como os custos de tecnologias, como painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas, sofreram uma redução significativa ao longo do período analisado.

De acordo com o relatório publicado pelo BNDES em 2021, ao longo das duas décadas observadas, o banco financiou uma ampla gama de projetos, incluindo parques eólicos, usinas solares, pequenas centrais hidrelétricas e usinas termoeletricas a biomassa. Nos últimos anos, as energias solar e eólica ganharam destaque, impulsionadas por políticas públicas de incentivo, a queda nos custos das tecnologias e o aumento da demanda por energia limpa. Os R\$133,8 bilhões investidos pelo BNDES entre 2000 e 2020 - valores ajustados para agosto de 2021 - contribuíram de forma significativa para o crescimento da capacidade instalada de geração de energia renovável no Brasil.

Para garantir a sustentabilidade e a competitividade do setor à longo prazo, é fundamental investir em Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração (PD&D). No contexto de energias renováveis, a eficiência energética ganha destaque visto que está diretamente

relacionada à capacidade de aproveitar ao máximo os recursos renováveis, minimizando perdas e aumentando a competitividade dessas fontes em relação às fontes fósseis tradicionais (EPE, 2023).

Figura 16 – Evolução dos investimentos de PD&D em eficiência energética (R\$ Milhões)



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Atlas Eficiência Energética Brasil: 2023 (EPE, 2024, p. 23).

Entre 2013 e 2022, o Brasil investiu aproximadamente 5 bilhões de reais em PD&D voltados à eficiência energética, com financiamento oriundo de fontes públicas ou com direcionamento público, conforme levantado pela plataforma INOVA-E¹². Deste total, 74% foram provenientes do BNDES, enquanto a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) contribuíram com 13% e 11%, respectivamente, outros corresponderam a cerca de 2%. Durante esse período de dez anos, o investimento médio anual foi de aproximadamente 495 milhões de reais (EPE, 2024).

Tabela 1 - Principais linhas de crédito e fundos de investimento ofertados por empresas públicas

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES)	Finem: Geração de Energia	Financiamento para expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis.	- Interessado: Empresas sediadas no Brasil, fundações, associações, cooperativas e entidades públicas. - Itens financiáveis: Estudos e projetos, obras civis, montagens e instalações, máquinas e equipamentos nacionais novos credenciados no BNDES etc.	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2024.

¹² Plataforma digital desenvolvida para disponibilizar informações sobre inovação energética no Brasil para diversos públicos, visando apoiar na formulação de políticas públicas para a transição energética (EPE, 2023).

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
			<ul style="list-style-type: none"> - Taxa de juros: A partir de 1,1% ao ano, variando conforme o risco do cliente e os prazos do financiamento. - Valor mínimo de financiamento: R\$40 milhões – as condições de financiamento levam em consideração o porte do cliente. - Prazo: 24 anos. - Participação BNDES: Até 80% do valor total do projeto e limitada a 100% dos itens financiáveis. 	
	Finem: Crédito Inovação	Linha de crédito voltada para investimentos em inovação, incluindo projetos que envolvam tecnologias de energia renovável.	<ul style="list-style-type: none"> - Interessado: Empresas, estados, municípios e o Distrito Federal. - Itens financiáveis: Desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços, modernização de infraestrutura tecnológica, entre outros. - Taxa de juros: A partir de 1,1% ao ano, com variação conforme o risco do cliente e os prazos do financiamento. - Valor mínimo de financiamento: R\$20 milhões – as condições de financiamento levam em consideração o porte do cliente. - Prazo: 20 anos. - Participação BNDES: Até 80% do valor total do projeto, limitada a 100% dos itens financiáveis. 	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2024.
	Finem: Baixo Carbono	Financiamento para aquisição de sistemas de geração de energia solar e eólica, além de outros equipamentos que contribuam para a redução de emissões de gases de efeito estufa.	<ul style="list-style-type: none"> - Interessado: Empresas, produtores rurais, cooperativas e associações. - Itens financiáveis: Máquinas e equipamentos novos, nacionais e credenciados no BNDES, que promovam a eficiência energética e a redução de emissões. - Taxa de juros: A partir de 4,03% ao ano, variando conforme o risco do cliente e os prazos de financiamento. 	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2024.

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
			<ul style="list-style-type: none"> - Prazo: Até 10 anos. - Participação BNDES: Até 100% dos itens financiáveis. 	
	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)	Programa público criado para diversificar a matriz energética brasileira a partir de fontes alternativas.	<ul style="list-style-type: none"> - Proinfa não é um programa de financiamento direto, funciona através de leilões, contratos de energia e incentivos. O BNDES articula linhas de crédito para projetos aprovados pelo Proinfa. - Interessados: Inscrição de projetos sujeitos à análise e aprovação. - Itens financiáveis: Projetos de infraestrutura, como usinas de energia renovável, aquisição de equipamentos, e implementação de tecnologias sustentáveis. - Taxa de juros: As taxas de juros são variáveis e dependem da análise de crédito e do tipo de projeto. - Prazo: Oferece prazos de longo prazo, adequados ao ciclo de maturação dos projetos de infraestrutura. 	<p>Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, 2024;</p> <p>Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional, 2024.</p>
Banco do Brasil (BB)	BB Crédito Energia Renovável	Linha de crédito para aquisição de equipamentos que contribuem com a transição para a energia verde em mais de 24 mil projetos de energia renovável.	<ul style="list-style-type: none"> - Interessado: Pessoas físicas e jurídicas. - Itens financiáveis: Sistemas fotovoltaicos completos, incluindo painéis solares, inversores, estruturas de suporte, cabos, conectores e a instalação. - Taxa de juros: A partir de 0,75% ao mês. - Valor de financiamento: Mínimo de R\$2.000,00 e máximo de R\$100.000,00. - Prazo: 2 a 96 meses. - Participação BB: Financiamento de até 100% do valor do projeto. 	Banco do Brasil, 2024.

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
Caixa Econômica Federal	Crédito Pessoal Caixa Energia Renovável	Linha de crédito destinada a financiar a instalação de sistemas de geração de energia elétrica fotovoltaica, promovendo a sustentabilidade e a economia de energia.	<ul style="list-style-type: none"> - Interessado: Pessoas físicas, somente para imóveis residenciais. - Itens financiáveis: Financiamento de sistemas de geração de energia elétrica fotovoltaica e custos de instalação para residências. - Taxa de juros: A partir de 1,17% ao mês. - Valor de financiamento: Mínimo de R\$5.000,00 e máximo de R\$120.000,00. - Prazo: 2 a 60 meses. - Participação Caixa: Financiamento de até 100% do valor do projeto, limitado à capacidade financeira do cliente. 	Caixa, 2024.
	MPE Ecoeficiência para Pessoas Jurídicas	Linha de crédito voltado para empresas que desejam adotar práticas de ecoeficiência, promovendo a eficiência energética e a produção mais limpa.	<ul style="list-style-type: none"> - Interessado: Pessoas jurídicas. - Itens financiáveis: Máquinas e equipamentos novos que promovam a eficiência energética e a redução de resíduos. - Taxa de juros: A partir de 1,09% ao mês. - Prazo: 2 a 60 meses. - Participação Caixa: Financiamento de até 100% do valor do projeto, limitado à capacidade financeira da empresa. 	Governo do Brasil, 2021.
Banco do Nordeste (BNB)	FNE Sol	Linha de crédito específica para financiamento de projetos de micro e minigeração distribuída de energia por fontes renováveis.	<ul style="list-style-type: none"> - Interessado: Pessoas físicas, empresas e produtores rurais. - Itens financiáveis: Financiamento de sistemas de micro e minigeração de energia elétrica fotovoltaica, eólica, de biomassa ou pequenas centrais hidroelétricas (PCH) e custos de instalação. - Taxa de juros: Variável conforme a análise de crédito e o tipo de projeto. - Valor de financiamento: Máximo de R\$100.000,00 para pessoas físicas, variável para empresas. - Prazo: Variável de acordo com a finalidade 	Banco do Nordeste, 2024.

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
			do crédito, com máxima de 24 anos. - Participação BNB: Financiamento de até 100% do valor do projeto, dependendo do porte do cliente, localização e garantias.	
	FNE Verde	Linha de crédito que financia projetos que promovem o desenvolvimento sustentável	- Interessado: Empresas, cooperativas rurais, associações rurais, produtores rurais. - Itens financiáveis: Financiamento de projetos de sustentabilidade e proteção dos recursos ambientais, dentre elas energia renovável e eficiência energética. - Taxa de juros: Variável conforme a análise de crédito e o tipo de projeto. - Valor de financiamento: A depender do projeto. - Prazo: Variável de acordo com a finalidade do crédito, com máxima de 34 anos. - Participação BNB: Financiamento de até 100% do valor do projeto, dependendo do porte do cliente, localização e garantias.	Banco do Nordeste, 2024.
Desenvolve SP	Linha Economia Verde	Financia projetos que promovam a redução de emissões de gases de efeito estufa, a geração de energias renováveis e a eficiência energética.	- Interessado: Micro, pequenos e médios empresários. - Itens financiáveis: Investimentos relacionados com a construção, operação, compra e/ou instalação de equipamentos de sistemas de energia renovável – solar, eólica, bioenergia e pequenas centrais hidrelétricas. - Taxa de juros: A partir de 0,17% ao mês acrescidos da SELIC. - Prazo: Até 120 meses. - Participação Desenvolve SP: Financiamento de até 80% do valor do projeto.	Desenvolve SP, 2024.
Fomento Paraná	Fomento Energia	Linha de crédito destinada para financiar a	- Interessado: Pessoas jurídicas, especificamente empresas dos setores da	Fomento PR, 2024.

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
		<p>aquisição e a instalação de todos os componentes de sistemas de micro e minigeração de energia elétrica fotovoltaica, eólica ou de biomassa.</p>	<p>indústria, comércio ou prestação de serviços, de micro ou pequeno porte, no estado do Paraná.</p> <p>- Itens financiáveis: Obras civis, montagem e instalações, aquisição de máquinas e equipamentos novos, nacionais ou importados, de maior eficiência energética, ou que tenham relação com o projeto de micro e minigeração de energia renovável, aquisição utensílios novos, tais com lâmpadas de LED.</p> <p>- Taxa de juros: Variável de acordo com o solicitante.</p> <p>- Valor de financiamento: Mínimo de R\$20.000,00 e máximo de R\$500.000,00</p> <p>- Prazo: Variável de acordo com a finalidade do crédito, com máxima de 48 meses.</p> <p>- Participação Fomento Paraná: Financiamento de até 100% do valor do projeto.</p>	
<p>Fundo utilizado indiretamente como linha de crédito</p>	<p>Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS)</p>	<p>Utilizado para financiar projetos de infraestrutura e, nesse caso, habitacional.</p>	<p>- Interessado: Trabalhadores com carteira assinada que possuam uma conta ativa no FGTS há pelo menos três anos.</p> <p>- Itens financiáveis: Equipamentos de geração de energia renovável, em especial solar.</p> <p>- Benefícios: Redução do valor total a ser pago nas parcelas do financiamento, utilizando o saldo do FGTS para quitar parte das parcelas.</p> <p>- Prazo: Uma média entre 10 e 20 anos, depende do valor financiado e do tipo de projeto selecionado.</p> <p>- Taxa de juros: Variável de acordo com o banco selecionado.</p>	<p>Câmara dos Deputados 2024.</p>

Fonte: Elaboração Própria.

4.2 EMPRESAS PRIVADAS

O setor privado também desempenha um papel crucial na transição energética. Bancos privados como Itaú, Bradesco e Santander têm lançado linhas de crédito voltadas para energias renováveis, impulsionando o desenvolvimento de novos projetos, especialmente na área de energia solar, conforme evidenciado na Tabela 2.

Portanto, o setor privado é fundamental para impulsionar a inovação e a eficiência no desenvolvimento de tecnologias energéticas, investidores privados, como bancos, fundos de investimento e corporações, aportam capital necessário para projetos de energia renovável, frequentemente assumindo maiores riscos em troca de retornos financeiros (Tiryaki; Costa, 2011). Segundo Calabi et al. (2014), as parcerias público-privadas (PPPs) são uma forma eficaz de combinar recursos públicos e privados, alavancando o melhor de ambos os setores para financiar grandes projetos, como os de energia limpa.

Tabela 2 - Principais linhas de crédito ofertados por empresas privadas

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
Bradesco	CDC Energia Fotovoltaica	Linha de crédito com o objetivo de financiar a aquisição e instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica.	- Interessado: Pessoas físicas e jurídicas. - Itens financiáveis: Equipamentos de geração de energia solar fotovoltaica, compra e instalação. - Condições de financiamento: A taxa de juros varia de acordo com a análise de crédito, prazo de até 60 meses e financiamento de até 100% do projeto.	Bradesco, 2024.
Itaú	Crédito Energia Solar	Linha de crédito exclusiva para financiamento de projetos de energia solar.	- Interessado: Pessoas físicas e jurídicas. - Itens financiáveis: Equipamentos de geração de energia solar fotovoltaica, incluindo painéis solares, inversores, estrutura de suporte e instalação. - Condições de financiamento: A taxa de juros varia de acordo com a análise de crédito – a partir de 1,55% ao mês, prazo de até 60 meses e financiamento de até 100% do projeto.	Itaú, 2024.

Empresa	Linha de Crédito	Descrição	Financiamento	Fonte
Santander	CDC Socioambiental - Eficiência Energética e Energias Renováveis	Financia máquinas, equipamentos e projetos para obter o melhor desempenho na produção de um serviço com o menor gasto de energia.	- Interessado: Pessoas físicas e jurídicas. - Itens financiáveis: Equipamentos de geração de energia solar fotovoltaica, sistema de aquecimento solar de água, substituição de lâmpadas comuns por outras com maior eficiência energética (LED), equipamentos de ventilação e ar-condicionado com baixo consumo de energia - selo Procel A. - Condições de financiamento: A taxa de juros varia de acordo com os valores, os prazos e as demais condições escolhidas pelo cliente no ato da compra.	Santander, 2024.
Sicredi	Sicredi Sustentável	Linha de crédito designada para o financiamento de tecnologias voltadas para a energia solar.	- Interessado: Pessoas associadas ao Sicredi. - Itens financiáveis: Equipamentos de geração de energia solar fotovoltaica, como sistemas de montagem, inversores e placas de captação. - Condições de financiamento: A taxa de juros varia de acordo com a análise de crédito, prazo de até 120 meses e financiamento de até 100% do projeto.	Sicredi, 2024.
Sicoob	-	-	- Cada cooperativa do Sicoob oferece linhas de crédito específicas para energia renovável, adaptadas às necessidades e características de seus cooperados. As condições, prazos e taxas de juros podem variar de uma cooperativa para outra, dependendo das políticas internas.	Sicoob, 2024.

Fonte: Elaboração Própria.

4.3 CONSOLIDADO EMPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS

Nesse contexto, a transição energética no Brasil requer uma ampla mobilização de recursos financeiros, com uma participação ativa tanto do setor público quanto do setor privado.

Sendo assim, o capital disponível, em grande parte oriundo de linhas de crédito, fundos de investimento e instrumentos de finanças sustentáveis, tem sido crucial para financiar a expansão das energias renováveis.

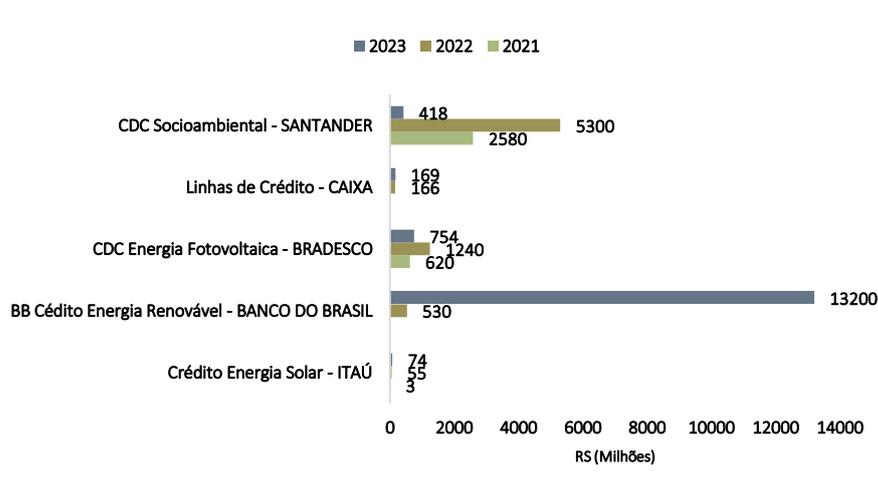
A análise da Tabela 3 evidencia a composição financeira do sistema bancário nacional, permitindo compreender a capacidade dessas instituições de mobilizar recursos para projetos sustentáveis. Bancos com maiores volumes de ativos possuem maior capacidade de financiar iniciativas de energia limpa, pois podem diversificar seus portfólios e atender a diferentes perfis de clientes. Isso se traduz na oferta de créditos, empréstimos e outros mecanismos financeiros que incentivam a transição para uma economia de baixo carbono (Tomelin, 2016).

Tabela 3 - Ativos financeiros dos principais bancos no Brasil (em bilhões de R\$)

Banco	Ativos (R\$ bilhões)
Itaú (ITUB3)	2.469.958
Banco do Brasil (BBSE3)	2.028.958
Bradesco (BBDC4)	1.779.324
Caixa Econômica Federal (CXSE3)	1.589.308
Santander (SANB11)	1.048.518

Fonte: Reis (2024); Elaboração Própria.

Figura 17 – Principais investimentos por linha de crédito entre 2021¹³ e 2023



Fonte: Relatório Integrado Santander, (2021)(2022)(2023); Relatório Integrado Caixa, (2022)(2023); Relatório Integrado Bradesco, (2021)(2022)(2023); Análise de Desempenho Banco do Brasil, (2022)(2023); Relatório Anual Sustentabilidade Itaú, (2021)(2022)(2023); Elaboração Própria.

¹³ As linhas de crédito do Banco do Brasil e Caixa surgiram em 2021.

Os créditos privados, geralmente oferecidos por bancos como Santander, Itaú e Bradesco, destinam-se a pequenos projetos residenciais e empresariais, com prazos mais curtos e valores de financiamento menores, facilitando a aquisição de sistemas de energia solar e outras soluções sustentáveis. Em contraste, os créditos públicos, como os do BNDES e Banco do Brasil, são voltados para projetos de maior escala, como grandes plantas solares e parques eólicos, com prazos de financiamento mais longos e condições específicas para grandes empresas e entidades públicas. Isso é evidenciado nas tabelas apresentadas (Tabela 1 e Tabela 2), que mostram as diferenças nas condições e nos tipos de projetos financiados por cada tipo de instituição.

Contudo, para que essa forma de geração de energia se espalhe e alcance uma escala maior, outras ações serão necessárias, como a criação de mais linhas de financiamento acessíveis e específicas para facilitar a aquisição de sistemas alternativos de energia. O pagamento à vista ou o parcelamento sem juros são as alternativas mais vantajosas sob a perspectiva do tempo de retorno do investimento, uma vez que evitam os custos adicionais associados aos juros de financiamentos. O desafio, entretanto, é que muitos consumidores não possuem ou não desejam investir o capital necessário para a geração de energia (Pereira, 2017).

Nesse sentido, é essencial que o Estado, em parceria com bancos públicos, se dedique à criação de linhas de financiamento com taxas atrativas e prazos adequados. Essas condições devem ser acessíveis a todos os interessados, incluindo indivíduos com projetos residenciais, facilitando a compreensão e disseminação das informações sobre financiamento. De acordo com Pereira (2017), essa política permitiria que os consumidores adquirissem equipamentos para a geração de energia própria, utilizando uma linha de crédito com condições similares às oferecidas para a compra de automóveis.

Para reforçar esse exemplo do automóvel, a autora menciona a tendência do mercado de energia norte-americano. Em um mercado em expansão, com muitas empresas atuando, é natural que a concorrência entre as integradoras se intensifique. Um aspecto que pode se destacar nesse cenário competitivo é a oferta de opções de financiamento próprias, o que pode proporcionar uma vantagem competitiva às empresas que dispõem de capital para oferecer essas facilidades. Nos Estados Unidos, essa estratégia, conhecida como *third-party financing*, tem se tornado cada vez mais popular (Pereira, 2017).

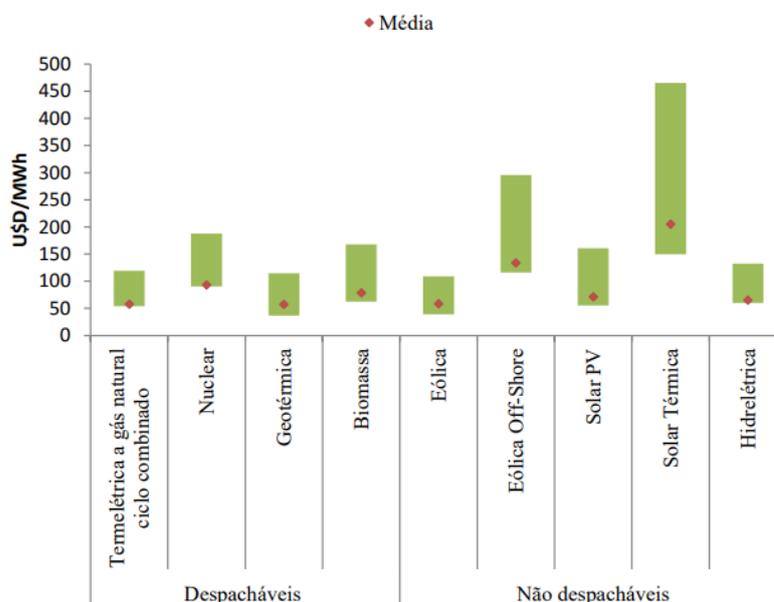
Ademais, como destacado por Pereira (2017), a expansão da geração distribuída no Brasil enfrenta obstáculos significativos, principalmente devido à falta de linhas de financiamento competitivas e à incerteza regulatória. Embora os bancos comerciais hesitem em

financiar projetos de grande porte, os projetos de microgeração residencial exigem volumes de crédito relativamente baixos, o que reduz os riscos para os financiadores privados.

Logo, é perceptível que as particularidades das tecnologias renováveis acentuam as falhas dos mercados financeiros. O setor privado tende a subfinanciar bens com potencial para gerar efeitos de *spillover* ou projetos de infraestrutura com externalidades positivas, devido à dificuldade dos investidores em capturar plenamente os benefícios. Outra complicação ocorre quando as instituições financeiras privadas são incapazes ou relutantes em absorver os riscos associados, evidenciando que o mercado financeiro não é completamente eficiente (Tomelin, 2016).

Ainda de acordo com Tomelin (2016), no passado, o elevado custo representava uma das maiores barreiras para a expansão em larga escala das fontes de geração renovável. A geração de energia renovável era significativamente mais cara em comparação com as fontes tradicionais, e a redução desses custos não era viável a curto prazo. Contudo, atualmente, os custos de geração de energia renovável têm diminuído de forma significativa, conforme evidenciado na Figura 18.

Figura 18 – Dispendio em geração de energia prevista para 2040



Fonte: Tomelin (2016) apud Agência Internacional de Energia (AIE, 2016).

Dessa maneira, a Figura 18 destaca a tendência esperada dos custos de geração de energia por diferentes fontes, corroborando a afirmação de Tomelin (2016) sobre a redução significativa dos custos das energias renováveis nas últimas décadas. Ao passo que a queda

acentuada nos custos da energia eólica e solar, em particular, demonstra a crescente competitividade dessas tecnologias em relação às fontes fósseis.

Além disso, a valorização da sustentabilidade ambiental está estreitamente relacionada à renda per capita, o que significa que, inicialmente, os governos encontram dificuldades para incentivar a população a apoiar o desenvolvimento de energia limpa e assumir os custos adicionais envolvidos (Flores; Carson, 1997).

As energias renováveis também enfrentam a forte concorrência das fontes tradicionais, como as energias fósseis, o que representa um desafio significativo. Para que possam competir de forma eficaz no mercado energético, as fontes renováveis precisam superar o custo de oportunidade e aprimorar sua confiabilidade, algo que depende de curvas de aprendizagem e de uma gradual consolidação no mercado (Tomelin, 2016).

Portanto, os agentes econômicos que desenvolvem projetos de energias renováveis necessitam de recursos financeiros substanciais. Dado o elevado custo inicial dos investimentos, especialmente na produção de energia renovável, estes agentes geralmente não conseguem financiar esses projetos apenas com seus próprios recursos, necessitando assim de financiamento externo. Em outras palavras, elas precisam recorrer a empréstimos antes de poderem investir (Tomelin, 2016).

Nesse contexto, Mariana Mazzucato (2016) defende que o Estado deve ir além do papel tradicional de corrigir falhas de mercado, assumindo uma postura ativa e estratégica como um “Estado empreendedor”. Ou seja, o Estado deve se engajar na criação de novos mercados e no impulso a setores emergentes, como o da energia solar, proporcionando um ambiente que torne o financiamento de tecnologias inovadoras acessível e atraente tanto para consumidores quanto para empresas privadas.

Esse papel exige uma abordagem baseada em missões, com liberdade para experimentar, onde o fracasso é reconhecido como uma parte natural do aprendizado. O Estado empreendedor, atuando como líder da transição para um futuro sustentável, atrai talentos e promove avanços radicais. No entanto, esse tipo de liderança apresenta desafios significativos: as agências públicas enfrentam barreiras complexas e precisam assumir os riscos iniciais mais altos, que o setor privado tende a evitar (Mazzucato, 2016).

Assim, cabe ao governo não apenas investir, mas também enviar sinais políticos firmes e consistentes para construir um ambiente seguro e estável para a participação do setor privado. Dessa forma, o setor privado poderá assumir um papel mais ativo na comercialização e aplicação das novas tecnologias. Somente com essa postura proativa, o Estado conseguirá atrair

e incentivar investimentos privados na transição verde, estabelecendo um mercado sólido e sustentável para as energias renováveis (Mazzucato, 2016).

4.4 PARCERIAS PÚBLICOS-PRIVADAS, COLABORAÇÕES INTERNACIONAIS E INSTRUMENTOS DE FINANÇAS SUSTENTÁVEIS

Dada a complexidade que envolve a transição energética, exigindo investimentos elevados e contínuos, é importante avaliar novas fontes de financiamento. O desafio não é apenas tecnológico, mas também econômico, com a necessidade de mobilizar grandes volumes de investimentos para viabilizar a expansão de energias renováveis. Dessa forma, é necessário analisar outras concessões de capital disponíveis, tanto públicas quanto privadas, para entender o estágio atual do Brasil em relação à transição energética e sua adaptação a uma matriz mais sustentável e diversificada.

As parcerias público-privadas (PPPs) são essenciais para a viabilização de grandes projetos de energia renovável no Brasil. Esse modelo permite que o governo compartilhe riscos financeiros com empresas privadas, atraindo investimentos em projetos de capital intensivo, como parques solares e usinas hidrelétricas (Tolmasquim, 2016). Um exemplo é o Banco do Nordeste, que, entre 2018 e setembro de 2023, destinou R\$32 bilhões para promover a geração de energia solar e eólica, por meio de PPPs e concessões, facilitadas pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) (BNB.GOV, 2023).

Além disso, o investimento direto estrangeiro (IDE) tem desempenhado um papel crucial na diversificação da matriz energética do Brasil, impulsionando o desenvolvimento de novas tecnologias e a expansão das fontes renováveis (Freitas; Borghi, 2024). De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, o Brasil recebeu US\$86 bilhões em investimentos em 2022, um aumento expressivo em comparação aos US\$51 bilhões registrados em 2021. Aproximadamente metade desse montante foi destinada ao setor de energias renováveis, como eólica, solar e biomassa, consolidando o Brasil como o 5º maior receptor de investimentos globais e o 3º no ranking da OCDE (GOV.BR, 2023).

Ademais, os bancos de atuação nacional são relevantes no mercado de *green bonds*, que são emitidos para captar recursos voltados exclusivamente a projetos sustentáveis. A solidez financeira dessas instituições permite maior emissão desses títulos, atraindo investidores que buscam retornos alinhados às práticas de ASG (Curi, 2021). Essa dinâmica facilita a inclusão

crescente de empresas e projetos de energia renovável nos portfólios dos bancos, gerando um ciclo positivo de incentivo ao financiamento de iniciativas sustentáveis.

Empresas do setor energético têm recorrido ao mercado financeiro para captar recursos através da emissão de títulos verdes, instrumentos de dívida destinados a financiar projetos que promovem benefícios ambientais (Curi, 2021). Um exemplo é o BNDES, que, em 2021, lançou o *Sustainability Bond Framework*, facilitando a emissão de títulos verdes, sociais e sustentáveis. Esse modelo amplia as categorias de projetos elegíveis, contemplando energia renovável, transporte limpo, saneamento e educação, com o objetivo de fortalecer a infraestrutura sustentável e a equidade no Brasil (GOV.BR, 2021).

4.5 PLANOS DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICOS

Ao longo dos anos, o Brasil desenvolveu uma série de planos energéticos que moldaram o setor de energia renovável no país, sendo assim serão abordados os principais. Com a chegada dos anos 2000, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) marcou o início do incentivo às energias renováveis, especialmente eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). O decreto n 4.541, instaurado em 23 de dezembro de 2002, foi crucial para o surgimento das primeiras usinas de energia eólica no país, iniciando um processo de diversificação da matriz energética através da atuação do Estado na criação de políticas públicas alternativas (Neto, 2017).

Em 2004, a reforma do setor elétrico brasileiro introduziu um novo marco regulatório, essa reformulação promoveu a participação tanto de agentes privados quanto públicos na definição da expansão do parque gerador e das redes de transmissão. Através de leilões competitivos, o mercado passou a determinar a quantidade de energia a ser contratada e os investimentos necessários, garantindo maior eficiência e flexibilidade no atendimento à demanda crescente por energia elétrica (Campos Neto, 2016).

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), instituído em 2006, e o Plano Nacional de Energia (PNE), lançado em 2007, compõem o arcabouço estratégico para o desenvolvimento do setor elétrico brasileiro. Com um horizonte de dez anos, o PDE estabelece diretrizes para atender às necessidades energéticas do país, impulsionar o desenvolvimento econômico, otimizar recursos nacionais e garantir o acesso universal à energia, considerando os aspectos socioambientais. Atualizado anualmente, o PDE prioriza as energias renováveis, alinhado às tendências globais e à crescente competitividade dessas fontes (Barreto et al., 2016, p. 103).

Por sua vez, o PNE, com uma visão de longo prazo, define os objetivos estratégicos para o setor, considerando cenários de demanda, recursos disponíveis e a necessidade de diversificar a matriz energética para mitigar os impactos das mudanças climáticas. Essa diversificação visa reduzir a dependência de combustíveis fósseis e promover a sustentabilidade ambiental (Santos, 2009).

A partir de 2007, o governo brasileiro intensificou seus esforços para promover a expansão das fontes renováveis, realizando leilões específicos para eólica, solar e biomassa. Esses leilões, além de reduzir custos e promover a concorrência, contribuíram significativamente para o aumento da capacidade instalada de energia renovável no país (Tomelin, 2016). Em paralelo, o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), lançado em 2011, buscou reduzir a demanda por energia, complementando as ações de expansão da oferta e facilitando a integração das fontes renováveis na matriz energética (Santos, 2009).

Com uma visão de longo prazo, o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) estabeleceu diretrizes para manter uma matriz energética renovável e de baixo carbono. O Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (PDE 2031), por sua vez, detalha as ações necessárias para alcançar os objetivos do PNE 2050, garantindo um suprimento energético adequado e reforçando a importância das fontes renováveis na matriz nacional (Ferreira; Machado, 2021). A combinação dessas iniciativas demonstra o compromisso do governo brasileiro em promover um setor energético mais sustentável e eficiente.

Conforme exposto, o setor energético brasileiro passou por transformações significativas nas últimas décadas, a transição energética, marcada pela crescente importância das fontes renováveis e pela busca por um futuro mais sustentável, tem sido impulsionada por políticas públicas e investimentos tanto do setor público quanto do privado. No Brasil, os Planos Plurianuais (PPAs) têm desempenhado um papel crucial na definição das diretrizes e metas para o setor energético, moldando a trajetória da transição energética no país (Campos Neto, 2016).

Recapitulando brevemente, o PPA 2008-2011 buscou aprimorar a eficiência e a integração do sistema elétrico brasileiro. Embora as hidroelétricas continuassem sendo a principal fonte de energia, o plano abriu espaço para a expansão de outras fontes, como a eólica. A participação do setor privado no setor elétrico começou a se intensificar, com a realização de leilões de energia e a abertura do mercado para a geração independente de energia (Campos Neto, 2016).

Logo após, o PPA 2012-2015, conhecido como Plano Mais Brasil, consolidou a importância da matriz energética renovável e sustentável. O plano destacou a necessidade de diversificar as fontes de energia, com foco na expansão da energia eólica e no aproveitamento do potencial

hidrelétrico do país. Além disso, o programa Luz para Todos, iniciado nesse período, contribuiu para a universalização do acesso à energia elétrica em áreas rurais, reduzindo as desigualdades sociais (Campos Neto, 2016).

Já o PPA 2016-2019 marcou um avanço significativo na transição energética brasileira. O plano priorizou a ampliação da oferta de energia e a produção de combustíveis renováveis, com destaque para a energia solar fotovoltaica. A participação do setor privado no setor elétrico se consolidou, impulsionada por leilões de energia e incentivos fiscais. No entanto, o período foi marcado por desafios como a crise econômica e as incertezas regulatórias, que impactaram os investimentos no setor (Campos Neto, 2016).

Sendo assim, os Planos Plurianuais (PPAs) brasileiros mostram uma evolução na política energética, destacando a diversificação da matriz energética, a promoção de fontes renováveis e a participação do setor privado (Campos Neto, 2016). A transição energética no Brasil, apesar dos desafios, tem avançado significativamente graças a políticas públicas e investimentos do setor público e privado. Essas parcerias público-privadas têm sido essenciais para expandir a infraestrutura energética, mobilizando recursos privados para projetos residenciais, enquanto o Estado continua a regular o setor, além de investir em projetos estratégicos e com um período maior de maturação de investimento.

Contudo, a busca por uma matriz energética mais diversificada e sustentável tem sido uma constante nas políticas energéticas brasileiras. A expansão das fontes renováveis, como a hidrelétrica, eólica e solar, tem sido incentivada por diversos governos. No entanto, a transição energética enfrenta desafios complexos, como a necessidade de conciliar os objetivos de crescimento econômico com a preservação do meio ambiente e a garantia da segurança energética.

No recorte mais recente de programas, temos o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) de 2024-2027 que propõe uma transição energética que vai além da simples substituição de fontes de energia, visando uma reestruturação abrangente de toda a cadeia produtiva, desde a geração até a distribuição e consumo de energia (GOV.BR, 2023). O governo brasileiro, ao mesmo tempo em que anuncia um ambicioso programa de transição energética, continua a realizar investimentos expressivos na exploração de petróleo, o que revela uma contradição entre o discurso e as ações adotadas (Borges, 2023).

O programa em questão prevê um montante de R\$449,4 bilhões (32,1%) que serão destinados a projetos de "transição e segurança energética", representando um dos maiores orçamentos entre os nove eixos do programa. Entretanto, uma parte significativa desse valor,

R\$273,8 bilhões, será destinada à ampliação da exploração de petróleo. Isso significa que 62% dos recursos alocados para a transição energética, na prática, serão direcionados para atividades que mantêm a dependência do petróleo (Borges, 2023).

Segundo Juliano Bueno, diretor do Instituto Arayara, existem atualmente, no país, dois governos: um que busca a transição energética, a redução de emissões e a reindustrialização tecnológica com a geração de energia limpa e barata para todos, incluindo o hidrogênio verde; e outro que deseja manter o modelo exploratório de gás natural, petróleo, carvão mineral e veículos, com a queima de combustíveis fósseis. Essa afirmação evidencia a dualidade nas políticas energéticas brasileiras, refletindo o contraste entre o avanço em direção à sustentabilidade e a manutenção de um modelo baseado em combustíveis fósseis (Borges, 2023).

Dessa forma, o governo brasileiro anuncia um arrojado programa de transição energética, ao mesmo tempo em que mantém investimentos expressivos na exploração de petróleo. Essa dualidade, evidenciada no Novo PAC, reflete a complexidade da transição energética no país. Por um lado, a necessidade de garantir a segurança energética e o abastecimento da população impulsiona a manutenção de investimentos em combustíveis fósseis, que possuem uma infraestrutura consolidada. Por outro lado, a pressão internacional para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a busca por uma matriz energética mais diversificada exigem um maior investimento em fontes renováveis.

O governo federal, em paralelo ao novo PAC, lançou o "Plano de Transição Ecológica", com o objetivo de promover projetos de desenvolvimento sustentável e combater as mudanças climáticas. Esse plano prevê a implementação de diversos incentivos, como linhas de crédito específicas, normas ambientais mais rigorosas e a criação de um mercado de carbono. A regulamentação desse mercado, atualmente em tramitação no Congresso, estabelecerá limites para as emissões de gases de efeito estufa por setores de alta emissão (Borges, 2023).

Além disso, o plano também prevê a emissão de títulos soberanos sustentáveis e a reformulação do Fundo Clima, que será destinado a financiar inovações tecnológicas voltadas à redução de emissões. Segundo Marta Salomon, especialista em políticas climáticas, "o mercado de carbono não visa ao lucro, mas à redução de emissões e à transição para uma economia mais sustentável" (Borges, 2023).

Pode-se inferir que os planos de desenvolvimento energético no Brasil têm buscado conciliar o crescimento econômico e a expansão de infraestrutura com a adoção de fontes de energia mais sustentáveis. Desde o PROINFA e os planos plurianuais, passando pelos leilões

de fontes renováveis e programas como o PNE 2050 e o PAC 2024-2027, observa-se um esforço consistente para diversificar a matriz energética nacional e promover a transição para fontes de baixo carbono.

No entanto, a dualidade entre o compromisso com a sustentabilidade e a manutenção de investimentos significativos em combustíveis fósseis reflete as dificuldades do país em equilibrar demandas imediatas de segurança energética e as pressões globais por uma transição rápida e efetiva. Embora as políticas de incentivo às fontes renováveis tenham gerado avanços consideráveis no setor de energia e na ampliação da infraestrutura elétrica, a contínua dependência de petróleo e gás natural evidencia os desafios para uma mudança mais profunda e estrutural.

Dessa forma, o Brasil caminha em direção a uma matriz energética mais sustentável, mas ainda enfrenta dilemas importantes, como a necessidade de investimentos em tecnologias limpas e a implementação de um mercado de carbono robusto. A transição energética brasileira, embora promissora, requer um alinhamento mais sólido entre políticas públicas, incentivos regulatórios e compromissos ambientais para que o país possa consolidar um modelo de desenvolvimento energético que seja, de fato, sustentável e competitivo em longo prazo.

5 DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O BRASIL: HIDROGÊNIO VERDE

Sabe-se da importância da transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis, o hidrogênio verde surge como uma alternativa promissora. Este tópico visa analisar as alternativas para a mudança da estrutura energética do país, tendo em vista que o hidrogênio verde desponta como um recurso energético de grande potencialidade. Serão abordados os seguintes aspectos: a caracterização do hidrogênio verde, os principais desafios técnicos e econômicos para sua produção e utilização, as oportunidades de inserção do Brasil no mercado global de hidrogênio, e os desafios específicos do contexto brasileiro para o desenvolvimento desse setor.

5.1 HIDROGÊNIO VERDE COMO RECURSO ENERGÉTICO DO SÉCULO XXI

A transição energética, impulsionada pelo Acordo de Paris e pela crescente preocupação com as mudanças climáticas, busca limitar o aumento da temperatura global em torno de 1,5°C. Logo, o setor de energia renovável emerge como um dos pilares para a descarbonização da

economia. A Agência Internacional de Energia em seu relatório publicado em 2019 aponta que, para alcançar essa meta, as emissões de gases de efeito estufa devem atingir o pico na próxima década e decrescer drasticamente a partir de 2050 (Oliveira, 2022). Nesse cenário, o hidrogênio surge como uma forte alternativa para atingir a meta estabelecida, com o potencial de revolucionar a matriz energética global.

Dessa forma, o termo 'economia do hidrogênio' tem sido empregado para designar um modelo econômico inovador, no qual o hidrogênio atua como principal vetor energético, promovendo uma transição para além da dependência de combustíveis fósseis (Bezerra, 2021). Portanto, o hidrogênio atua como um vetor energético importante, permitindo o armazenamento e o fornecimento de energia limpa para diversos setores da economia e, assim acelerando a descarbonização da economia global (Oliveira, 2022).

Devido ao seu potencial energético, o hidrogênio assume um papel cada vez mais relevante na geopolítica mundial, reconfigurando as relações energéticas, econômicas e de segurança energética entre os países. O Brasil, com suas condições climáticas favoráveis e uma matriz energética diversificada, baseada em fontes renováveis como eólica, solar e hídrica, possui um enorme potencial para se tornar um grande exportador de hidrogênio verde (Oliveira, 2022).

Em um recorte geral, o hidrogênio é um elemento abundante no ambiente e amplamente utilizado na indústria, mas não existe em sua forma pura na natureza. A produção de hidrogênio cinza, por exemplo, é atualmente concentrada em refinarias de petróleo e na indústria de fertilizantes, onde é obtido principalmente a partir de combustíveis fósseis. Esse processo gera aproximadamente 830 milhões de toneladas de dióxido de carbono por ano, um volume comparável às emissões combinadas de países como a Indonésia e o Reino Unido (IEA, 2019).

Embora o mercado global de hidrogênio movimentado cerca de US\$120 bilhões, a produção tradicional impacta significativamente o meio ambiente, evidenciando a necessidade de métodos mais sustentáveis, como a produção de hidrogênio verde, que utiliza a eletrólise da água com fontes de energia renovável. Além dos citados acima, o quadro abaixo apresenta as principais cores do hidrogênio, sua forma de produção e possíveis impactos ambientais associados à sua geração de energia (Oliveira, 2022).

Para facilitar a compreensão da origem e do impacto ambiental do hidrogênio, foi desenvolvida uma classificação por cores. Essa classificação associa cada tipo de hidrogênio à sua fonte de energia e ao processo de produção, permitindo uma rápida identificação de suas

características (Bezerra, 2021). Os principais tipos de hidrogênio de acordo com a literatura relacionada ao tema, são:

Quadro 4 - Códigos de cores do hidrogênio

Cor do Hidrogênio	Fonte de Energia	Emissões de Gases de Efeito Estufa – CCUS ¹⁴	Outros Poluentes ¹⁵
Hidrogênio preto	Carvão mineral	Alto	COx, SOx, NOx, material particulado
Hidrogênio marrom	Carvão mineral	Alto	COx, SOx, NOx, material particulado
Hidrogênio cinza	Gás natural	Moderado	COx, NOx
Hidrogênio azul	Gás natural com CCUS	Baixo	COx, NOx (reduzidos)
Hidrogênio verde	Fontes renováveis	Baixo	Próximo de zero
Hidrogênio turquesa	Gás natural	Baixo	COx (reduzido)
Hidrogênio musgo	Biomassa	Baixo a moderado	COx, NOx (dependendo do processo)
Hidrogênio rosa	Energia nuclear	Baixo (emissões durante o ciclo de vida da usina nuclear)	Radiação

Fonte: Bezerra (2021); Oliveira (2022); Elaboração Própria.

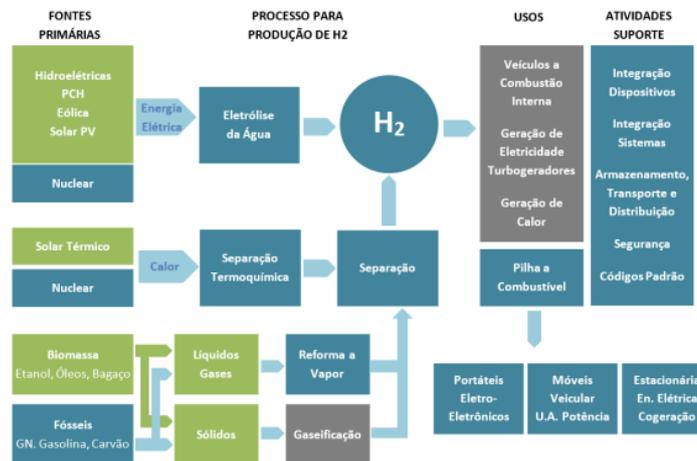
Dada a urgência de descarbonizar a economia global, o hidrogênio verde, produzido por meio de eletrólise alimentada por energias renováveis, emerge como uma solução promissora. Ou seja, o hidrogênio em questão é produzido por meio de eletrólise da água, processo que utiliza energia elétrica oriunda de fontes renováveis, como a solar e eólica, para separar as moléculas de água em oxigênio e hidrogênio. Conforme evidenciado na tabela acima, a produção de hidrogênio verde difere de outras formas de hidrogênio, como o hidrogênio cinza e azul, que dependem de combustíveis fósseis e emitem gases de efeito estufa (Oliveira, 2022).

O hidrogênio, produzido a partir de fontes renováveis como biomassa, biocombustíveis e energia elétrica, emerge como um vetor energético versátil e promissor. Sua conversão em eletricidade por meio de células a combustível o torna uma solução atraente para o armazenamento e transporte de energia limpa (Bezerra, 2021). Ademais, a flexibilidade na produção do hidrogênio, a partir de diversos insumos e processos, o posiciona como um elemento chave na integração de diferentes tecnologias energéticas, como pode ser observado na Figura 19.

¹⁴ CCUS: Captura e armazenamento de carbono.

¹⁵ COx, SOx, NOx: Óxidos de carbono, enxofre e nitrogênio, respectivamente.

Figura 19 – Rota tecnológica do hidrogênio



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, Bases para Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio (EPE, 2021, p. 8).

5.2 OPORTUNIDADES E NICHOS DE INSERÇÃO

Países como o Brasil, com sua abundante matriz energética renovável e vasto território, possuem um enorme potencial para liderar a produção de hidrogênio verde. No entanto, a escalabilidade da eletrólise ainda enfrenta desafios, como a necessidade de eletrolizadores mais eficientes e a disponibilidade de energia renovável em larga escala (Silva Barbosa, 2023).

Apesar da posição favorável, a adoção do hidrogênio verde enfrenta entraves técnicos e econômicos interligados. A eficiência limitada dos processos de eletrólise eleva os custos de produção, dificultando a competitividade com outras fontes de energia. Além disso, o transporte e armazenamento do hidrogênio, altamente inflamável, requerem infraestrutura específica, ainda incipiente no Brasil. A falta de uma rede de distribuição desenvolvida, aliada aos altos custos de investimento, impede a produção em larga escala e a exportação desse recurso, tornando o país dependente de inovações de outras nações (Oliveira, 2022).

A interdependência entre os desafios técnicos e econômicos é evidente. A falta de eficiência dos eletrolisadores impacta diretamente os custos de produção, dificultando a atração de investimentos. Por sua vez, a ausência de infraestrutura adequada eleva os custos de transporte e armazenamento, reduzindo a competitividade do hidrogênio verde (Oliveira, 2022).

A integração da produção de hidrogênio verde à rede elétrica existente também representa um desafio e uma oportunidade. A flexibilidade do hidrogênio permite armazenar energia excedente e liberá-la quando necessário, contribuindo para a estabilidade do sistema

elétrico. No entanto, é preciso desenvolver soluções técnicas e regulatórias para viabilizar essa integração (Oliveira, 2022).

No que diz respeito aos desafios econômicos, o custo elevado da produção de hidrogênio verde é o principal entrave. Estima-se que o custo atual do hidrogênio verde seja de US\$ 3/kg e US\$ 8/kg ao passo que o do hidrogênio cinza equivale a US\$ 0,5/kg e US\$ 1,7/kg, dependendo dos preços regionais do gás natural. Isso se deve, principalmente, ao alto custo da energia elétrica renovável e a eficiência ainda limitada dos eletrolisadores. No entanto, à medida que a produção escala, espera-se que os custos diminuam significativamente, devido à economia de escala e à otimização dos processos (Oliveira, 2022).

De acordo com o estudo da IEA (2019), espera-se que o custo do hidrogênio verde diminua até 2030, impulsionado por uma regulamentação favorável e pelo crescimento das cadeias de valor da eletrólise. A previsão é de que o preço do hidrogênio verde fique entre US\$ 1,3/kg e US\$ 2,3/kg, particularmente em regiões com recursos renováveis abundantes. Além disso, há indícios de que o hidrogênio de baixo carbono - verde e azul - poderá alcançar competitividade com o hidrogênio cinza entre 2028 e 2034, desde que os custos das tecnologias renováveis continuem a diminuir e políticas públicas adequadas sejam implementadas. Estima-se que um preço entre US\$ 35 e US\$ 50 por tonelada de CO₂ equivalente (CO₂eq) pode facilitar essa convergência, aumentando a competitividade do hidrogênio verde em relação ao cinza (Oliveira, 2022).

Além da ausência de um marco regulatório robusto e incentivos financeiros, a falta de clareza nesse aspecto também dificulta a atração de investimentos para o setor de hidrogênio verde. O Brasil, para avançar nesse campo, necessita de políticas públicas específicas que promovam a expansão do mercado, como a implementação de leilões de energia renovável com metas voltadas à produção de hidrogênio, além de disponibilizar linhas de crédito com condições facilitadas e juros subsidiados, além da simplificação dos processos de licenciamento ambiental (Oliveira, 2022).

Sendo assim, é fundamental que o Brasil desenvolva uma estratégia abrangente para o desenvolvimento do setor de hidrogênio verde, que contemple tanto os aspectos técnicos quanto os econômicos. A criação de um ambiente favorável aos investimentos, a promoção da inovação tecnológica e a implementação de políticas públicas adequadas são essenciais para que o país possa aproveitar as oportunidades oferecidas por essa fonte de energia limpa (Oliveira, 2022).

O Brasil, com sua abundante oferta de fontes renováveis, está em uma posição privilegiada para se destacar na produção de hidrogênio verde. Com uma costa extensa, intensa

insolação e abundantes recursos eólicos, o país possui condições excepcionais para a produção de hidrogênio verde. Essa combinação geográfica favorece a geração de energia renovável a baixo custo, essencial para o processo de eletrólise, os projetos - como os de Pecém, Suape e Açú, demonstram o potencial do país nesse setor (Bezerra, 2021).

De acordo com o "Panorama do Hidrogênio no Brasil", publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2022, o país pode alcançar uma capacidade de produção anual de até 3,2 milhões de toneladas de hidrogênio verde, devido às suas abundantes fontes renováveis, como a energia solar e eólica. Esse potencial coloca o país em posição de destaque como um futuro líder global na produção e exportação de hidrogênio verde (Oliveira, 2022).

Segundo Dias (2024) o Brasil desponta no cenário de energias limpas, com um potencial ímpar para a produção de hidrogênio verde. A capacidade de armazenar e exportar esse combustível coloca o país em uma posição estratégica no mercado global, estimado em US\$1,4 trilhão até 2050. Ao passo que, a atração de investimentos estrangeiros já ultrapassam os US\$30 bilhões, demonstrando interesse no potencial brasileiro. Países da Europa, como Alemanha e França, e da Ásia, como Japão e Coreia do Sul, já demonstram grande inclinação em importar hidrogênio verde do Brasil, impulsionados por suas ambiciosas metas de descarbonização, vislumbrando no país um parceiro fundamental para sua transição energética (Oliveira, 2022).

Essa nova fronteira coloca o país como um exportador de energia limpa, diversificando ainda mais sua economia com essa nova “*commodity*”. Embora as parcerias internacionais sejam valiosas, é crucial que o Brasil desenvolva sua própria capacidade tecnológica na produção de hidrogênio verde. Segundo Pedro Luiz Côrtes, do Instituto de Energia e Ambiente (IEE), o domínio tecnológico não se limita à exportação de uma *commodity*, mas permite a geração de empregos mais qualificados e um retorno econômico mais significativo para o país. Essa autonomia tecnológica é fundamental para garantir a soberania energética e industrial do Brasil (Dias, 2024).

Além da abundância de recursos renováveis, o território brasileiro possui outras vantagens competitivas, como a disponibilidade de terras para a instalação de parques eólicos e solares, a expertise em projetos de grande porte e uma indústria nacional capaz de desenvolver tecnologias para a produção e utilização do hidrogênio verde (Silva Barbosa, 2023).

No entanto, para se tornar um líder global no setor, o Brasil precisa superar alguns desafios. A exportação de hidrogênio verde exige investimentos em infraestrutura de transporte e armazenamento, como gasodutos e terminais portuários especializados. Além disso, é

fundamental desenvolver uma cadeia de valor completa, que abrange desde a produção até as aplicações finais do hidrogênio. Logo, a competitividade brasileira no cenário internacional dependerá da sua capacidade de promover parcerias estratégicas com outros países, de investir em pesquisa e desenvolvimento e de criar um ambiente regulatório favorável aos investimentos no setor (Silva Barbosa, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo examinou o papel das finanças sustentáveis na transição da matriz energética brasileira, com foco em entender como esses mecanismos podem fomentar investimentos em energias renováveis e apoiar a construção de uma economia de baixo carbono. Pode-se inferir que embora a matriz energética do Brasil tenha uma parcela considerável de fontes limpas, o país enfrenta desafios financeiros significativos para acelerar essa transição e reduzir sua dependência de combustíveis fósseis. Entre os principais obstáculos, destacam-se os altos custos associados à infraestrutura de energias renováveis, a necessidade de fontes de financiamento diversificadas e, por vezes, a dualidade presente nas estratégias governamentais de superação da matriz fóssil.

Vale ressaltar que a principal dificuldade na construção da pesquisa foi a ausência de detalhamento nos relatórios dos bancos e instituições financeiras quanto ao direcionamento específico dos recursos em cada linha de crédito, nesse caso a orientação para energia renovável. Embora muitos bancos divulguem o montante acumulado destinado às iniciativas sustentáveis em suas carteiras, frequentemente não é especificado qual parte desse valor é destinado exclusivamente ao setor de energia renovável. Essa ausência de dados segmentados dificulta a mensuração histórica de comparação entre os recursos aplicados nas diferentes fontes de energias limpas, impedindo uma avaliação mais clara sobre o impacto específico das finanças verdes na transição energética.

Apesar dessa limitação na análise direta do financiamento por linha de crédito, pode-se concluir a importância da sinergia entre capitais públicos e privados na viabilização da transição energética. Os capitais públicos, em grande parte, orientam-se para o financiamento de infraestrutura básica e para a criação de políticas e marcos regulatórios que promovam incentivos fiscais e subsídios ao setor. Esses incentivos visam reduzir riscos e atrair o capital privado, essencial para o escalonamento e para a sustentabilidade dos projetos de energia renovável. Já os capitais privados desempenham um papel crucial na aceleração de investimentos diretos, especialmente por meio de instrumentos como títulos verdes, fundos de investimento em infraestrutura sustentável e na fomentação das parcerias público-privadas.

Além disso, a partir da avaliação de aspectos como a matriz energia, matriz elétrica e a capacidade instalada, foi possível concluir que o Brasil vem avançando na diversificação de sua matriz, aumentando gradualmente a participação de fontes renováveis, como a energia eólica, solar e biomassa. Esses dados indicam uma tendência positiva, mas que ainda enfrenta entraves

devido à dependência de fontes fósseis e aos desafios financeiros para a ampliação das infraestruturas de geração limpa.

O estudo também evidenciou o potencial do hidrogênio verde como uma tecnologia promissora e estratégica para a integração de uma matriz energética limpa no Brasil. O hidrogênio verde, produzido a partir de fontes renováveis, representa não apenas uma alternativa eficiente para armazenar e transportar energia, mas também uma oportunidade para o Brasil se tornar um líder mundial em um mercado emergente. Com a sua flexibilidade, o hidrogênio verde pode ser usado em setores que historicamente dependem de combustíveis fósseis, como a indústria pesada e o transporte, viabilizando a descarbonização dessas áreas e fortalecendo a segurança energética do país.

Ademais, ao desenvolver a cadeia produtiva do hidrogênio verde, o Brasil pode abrir portas para um mercado promissor e competitivo no cenário internacional, exportando energia limpa para outras regiões e impulsionando o crescimento econômico sustentável. Assim, o hidrogênio verde não apenas contribui para a transição energética interna, mas também posiciona o país como um fornecedor estratégico de energia limpa, capaz de atender à crescente demanda global por fontes de energia sustentáveis.

Portanto, conclui-se que o fortalecimento das finanças sustentáveis realmente é indispensável para viabilizar essa transição, possibilitando ao Brasil alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados à energia limpa e ação climática. Ao passo que a coordenação eficiente entre os capitais públicos e privados, aliada ao desenvolvimento do mercado de hidrogênio verde, posiciona o país como um potencial líder global em sustentabilidade energética.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Dominique Nunes et al. A crise no fornecimento e distribuição de energia elétrica no Brasil em 2001: uma análise panorâmica com foco na prevenção de eventos análogos futuros. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, p. e20080-e20080, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/geas.v11i1.20080>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

ALTOÉ, Leandra et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ARAÚJO, Raiane Sodré de et al. Fontes de energias renováveis: pesquisas, tendências e perspectivas sobre as práticas sustentáveis. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e468111133893-e468111133893, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33893>>. Acesso em: 11 jan. 2024.

ARAVINDAN, M.; KUMAR, Praveen. Hydrogen towards sustainable transition: A review of production, economic, environmental impact and scaling factors. **Results in Engineering**, v. 20, p. 101456, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101456>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

BANCO DO BRASIL. 2022. **Crédito do BB para energia renovável supera R\$ 500 milhões em desembolso**. Disponível em: <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/67116/credito-do-bb-para-energia-renovavel-supera-r-500-milhoes-em-desembolso#/>](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/67116/credito-do-bb-para-energia-renovavel-supera-r-500-milhoes-em-desembolso#/). Acesso em: 10 out. 2024.

BANCO DO BRASIL. 2022. **Análise do desempenho 4T22**. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/5760dff3-15e1-4962-9e81-322a0b3d0bbd/bd2715c0-5c3c-17d6-3ad8-be8ef630d112?origin=1>>. Acesso em: 10 out. 2024.

BANCO DO BRASIL. 2023. **Análise do desempenho 4T23**. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/5760dff3-15e1-4962-9e81-322a0b3d0bbd/342e440c-0e3d-035c-ad5b-980b29ec27a3?origin=1>>. Acesso em: 10 out. 2024.

BANCO DO BRASIL. 2024. **BB Crédito Energia Renovável**. Disponível em: <<https://www.bb.com.br/site/pra-voce/financiamentos/bb-credito-energia-renovavel/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BANCO DO BRASIL. 2024. **BB ultrapassa saldo de R\$ 15 bilhões em carteira de energias renováveis**. Disponível em: <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/68171/bb-ultrapassa-saldo-de-r-15-bilhoes-em-carteira-de-energias-renovaveis#>. Acesso em: 10 out. 2024.

BARRETO, Thayze Guedes et al. ANÁLISE DA DIMENSÃO SOCIOAMBIENTAL DO PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA. **COMITÊ CIENTÍFICO**, p. 103. Disponível em: <https://www2.unifap.br/secretariado/files/2024/05/GESTAO-SOCIAL-E-CAMINHOS-PARA-O-DESENVOLVIMENTO_VI-SEMINARIO-DE-SECRETARIADO.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2024.

BEZERRA, Francisco Diniz. Hidrogênio Verde: Nasce um gigante no setor de energia. 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1109/1/2021_CDS_212.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

BNB. 2024. BANCO DO NORDESTE (BNB). **FNE Sol - Crédito para Investimento - Produtos e Serviços**. Disponível em: <<https://bnb.gov.br/fne-sol>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BNB. 2024. BANCO DO NORDESTE (BNB). **FNE Verde - Crédito para Investimento - Produtos e Serviços**. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/fne-verde>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BNB. 2024. BANCO DO NORDESTE (BNB). **Banco do Nordeste financia R\$ 15 bilhões para projetos via PPPs e Concessões no Nordeste - Portal Banco do Nordeste**. 2023. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/imprensa/noticias/-/asset_publisher/QGdgGhxvRtMv/content/banco-do-nordeste-financia-r-15-bilh%C3%B5es-para-projetos-via-ppps-e-concess%C3%B5es-no-nordeste/44540>. Acesso em: 06 out. 2024.

BNDES. 2021. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). **Por um Futuro Sustentável: Energias Renováveis**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/export/sites/default/galleries/downloadgallery/POR->

UM-FUTURO-SUSTENTAVEL-BNDES-ENERGIAS-RENOVAVEIS-03-11.pdf>. Acesso em: 4 out. 2023.

BNDES. 2024. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Relatório Anual 2023. Disponível em:

<https://www.bndes.gov.br/hotsites/Relatorio_Anuual_2023/BNDES_RA2023.pdf>. Acesso em: 4 out. 2023.

BNDES. 2024. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). **BNDES**

Finame - Baixo Carbono. Disponível em:

<<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finame-baixo-carbono>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BNDES. 2024. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). **BNDES**

Finem - Geração de energia. Disponível em:

<<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-energia>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BNDES. 2024. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). **BNDES**

Finem - Geração de energia. Disponível em:

<<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-energia>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BORGES, André. **No PAC Verde, ‘transição energética’ ainda é promessa retórica**. 2023.

Disponível em: <<https://infoamazonia.org/2023/09/15/no-pac-verde-transicao-energetica-ainda-e-promessa-retorica/>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRADESCO. 2021. **Relatório Integrado 2021**. Disponível em: <

<https://www.bradescom.com.br/wp-content/uploads/sites/541/2022/06/Relatorio-Integrado-2021.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2024.

BRADESCO. 2022. **Relatório Integrado 2022**. Disponível em: <

<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/80f2e993-0a30-421a-9470-a4d5c8ad5e9f/b411dff3-201d-68fa-29bb-42b49a250f19?origin=2>>. Acesso em: 11 out. 2024.

BRADESCO. 2023. **Relatório ESG 2023**. Disponível em: <<https://banco.bradesco/assets/classic/pdf/sustentabilidade/bradesco-relatorio-ESG-2023.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2024.

BRADESCO. 2023. **Relatório Integrado 2023**. Disponível em: <<https://banco.bradesco/assets/classic/pdf/sustentabilidade/bradesco-relatorio-integrado-2023.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2024.

BRADESCO. 2024. **CDC Energia Fotovoltaica**. Disponível em: <<https://banco.bradesco/html/pessoajuridica/solucoes-integradas/emprestimo-e-financiamento/cdc-energia-fotovoltaica.shtm>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

BRITO, Renata Peregrino de; FARIAS, Lauro Emilio Gonzalez. Finanças sustentáveis. **GV-executivo**, v. 6, n. 6, p. 41-47, 2007.

CAIXA. 2022. **Relatório Integrado 2022**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/Downloads/caixa-governanca/relatorio-integrado-2022.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2024.

CAIXA. 2023. **Relatório Integrado 2023**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/Downloads/caixa-governanca/relatorio-integrado-2023.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2024.

CAIXA. 2024. **Crédito Pessoal CAIXA Energia Renovável**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/voce/credito-financiamento/financiamentos/energia-renovavel/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CALABI, Andrea Sandro et al. Parcerias Público-Privadas no Brasil. 2014. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/11647>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. 2024. **Projeto permite usar o FGTS para instalar energia solar residencial**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/1098121-projeto-permite-usar-o-fgts-para-instalar-energia-solar-residencial/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CAMPOS NETO, Carlos Álvares da Silva de. Planos e programas dos setores de transporte e energia elétrica no Brasil pós-2003. **Texto para discussão n. 2227**. Brasília: IPEA, 2016.

CAMPOS, Adriana Fiorotti et al. Um panorama sobre a energia geotérmica no Brasil e no mundo: Aspectos ambientais e econômicos. **Revista Espacios**, v. 38, n. 1, p. 8-25, 2017. Disponível em: <<http://es.revistaespacios.com/a17v38n01/a17v38n01p08.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

CARNEY, Mark. Breaking the tragedy of the horizon—climate change and financial stability. **Speech given at Lloyd’s of London**, v. 29, p. 220-230, 2015. Disponível em: <<https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/speech/2015/breaking-the-tragedy-of-the-horizon-climate-change-and-financial-stability.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2024.

CAYE, Daniel Paulo. Análise crítica acerca da implementação do Protocolo de Quioto. 2010. 55 p. Monografia (Graduação em Ciências Jurídicas e Sociais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CCEE. 2024. CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **CO - Proinfa: confirma como funcionará o programa com as alterações aprovadas pela Aneel**. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/pt/web/guest/-/co-proinfa-confirma-como-funcionara-o-programa-com-as-alteracoes-aprovadas-pela-aneel>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CCEE. 2024. CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **PROINFA**. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/mercado/proinfa>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

COMINI,G.M et al. O Debate de Finanças Sustentáveis no Brasil. **Encontro da ANPAD**, Rio de Janeiro, 2011.

CONFESSOR, Sâmya L. de M. et al. Avaliação dos impactos ambientais gerados em empreendimentos eólicos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 2, p. 1-13, jul. 2019. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/04/ID-51-1551133840-AVALIACAO-DOS-IMPACTOS-AMBIENTAIS-GERADOS-EM-EMPREENHIMENTO-EOLICOS-2.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

CURI, João Arthur Aguiar. Finanças Sustentáveis: Uma análise pela ótica do mercado de Green Bonds brasileiro. 2021. 78 p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

DANTAS, N. da S. ; FONTGALLAND, I. L. . Analysis of Brazilian Environmental Laws and their Interface with the Sustainable Development Goals – SDG. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e32010414248, 2021. Disponível em:

<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14248>>. Acesso em: 2 nov. 2024.

DELAI, I.; TAKAHASHI, S. Uma Proposta de Modelo de Referência para mensuração da Sustentabilidade Corporativa. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 2, n. 1, 2008.

DESENVOLVE SP. 2024. **Linha Economia Verde**. Disponível em:

<<https://www.desenvolvesp.com.br/empresas/opcoes-de-credito/projetos-sustentaveis/linha-economia-verde/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

DIAS, Lucas Torres. **Mercado de hidrogênio verde: entre oportunidade e submissão**.

2024. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/radio-usp/mercado-de-hidrogenio-verde-entre-oportunidade-e-submissao/>>. Acesso em: 24 set. 2024.

ELIAS, Larissa Machado et al. Matriz Energética Brasileira: Impactos Ambientais e à Saúde. 2010. 111 f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais e Saúde) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2010.

ENBPAR. 2023. Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar). **PAP 2024: Versão Final**. 2023. Disponível em:

<<https://proinfa.enbpar.gov.br/wp-content/uploads/2023/12/PAP-2024-Versao-Final.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2024.

ENBPAR. 2024. Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar). **PROINFA**. Disponível em: <<https://enbpar.gov.br/areas-de-atuacao/programas-setorias/proinfa/>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da Eficiência Energética Brasil 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-788/Atlas_Brasil_2023_PT_rev_set2024.pdf#page=11.09>. Acesso em: 22 jul. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atualização do Panorama dos Investimentos de Inovação em Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados->

abertos/publicacoes/Documents/Factsheet%20inova%20e%20br.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: síntese 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: síntese 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf#page=12.00>. Acesso em: 25 jan. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: síntese 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf#page=40.00>. Acesso em: 19 out. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Bases para Consolidação da Estratégia Brasileira de Hidrogênio**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT_Hidroge%CC%82nio_rev01%20\(1\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT_Hidroge%CC%82nio_rev01%20(1).pdf)>. Acesso em: 27 out. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2030: Caderno de Consolidação dos Resultados**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/topico-522/Caderno%20de%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Resultados.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz Energética e Elétrica**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 4 out. 2023.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-47/topico-85/Sum%C3%A1rio%20Executivo%20do%20PDE%202023.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-47/topico-85/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202023.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-607/topico-637/PDE%202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf>. Acesso em: 4 out. 2024.

FAZIOLI, Roberto; PANTALEONE, Francesca. Macroeconomic factors influencing public policy strategies for blue and green hydrogen. **Energies**, v. 14, n. 23, p. 7938, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/en14237938>>. Acesso em: 3 fev. 2024.

FEDERAL, Governo. Plano Nacional sobre Mudança do Clima–PNMC–Brasil. **Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima**, 2008.

FEIL, Fernanda; FEIJÓ, Carmem. Bancos de desenvolvimento como braço de política pública para transição verde sustentável. **A Economia em Revista-AERE**, v. 30, n. 3, 2022

FERNANDES, A. M. et al. Metodologia de pesquisa de dissertações sobre inovação: análise bibliométrica. **Desafio Online**, v. 6, n. 1, p. 141-159, 2018.

FERREIRA, Thiago Vasconcellos Barral; MACHADO, Giovani Vitória. O papel do planejamento na transição energética: mais luz e menos calor. **Revista Brasileira de Energia**, v. 27, n. 2, 2021.

FLORES, Nicholas E.; CARSON, Richard T. The relationship between the income elasticities of demand and willingness to pay. **Journal of environmental Economics and management**, v. 33, n. 3, p. 287-295, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1006/jeem.1997.0998>>. Acesso em: 8 ago. 2024.

FOMENTO.PR. 2024. AGÊNCIA DE FOMENTO DO PARANÁ (FOMENTO PR). **Fomento Energia**. Disponível em: <<https://www.fomento.pr.gov.br/Fomento-Energia>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FREITAS, Higor de; BORGHI, Roberto Alexandre Zanchetta. Investimento Estrangeiro Direto da China no Brasil: um estudo de setores selecionados. **Economia e Sociedade**, v. 33, n. 3, p. e281289, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1982-3533.2024v33n3.281289>>. Acesso em: 06 out. 2024.

GOV.BR. 2021. GOVERNO DO BRASIL. **Banco facilita a emissão de títulos verdes, sociais e sustentáveis no Brasil e no exterior**. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2021/04/banco-facilita-a-emissao-de-titulos-verdes-sociais-e-sustentaveis-no-brasil-e-no-exterior>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

GOV.BR. 2023. GOVERNO DO BRASIL. **Metade do fluxo de de investimento no Brasil é de energia renovável, diz secretária da Camex**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/metade-do-fluxo-de-de-investimento-no-brasil-e-de-energia-renovavel-diz-secretaria-da-camex>>. Acesso em: 06 out. 2024.

GOV.BR. GOVERNO DO BRASIL. **Transição e Segurança Energética**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/transicao-e-seguranca-energetica>>. Acesso em: 26 ago. 2024.

GOV.BR. 2024. GOVERNO DO BRASIL. **Disponibilizadas quatro linhas de crédito para projetos de Geração de Energia Renovável**. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/novembro/disponibilizadas-quatro-linhas-de-credito-para-projetos-de-geracao-de-energia-renovavel>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

HICKEL, Jason. The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. **Ecological economics**, v. 167, p. 106331, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

HOFF, Debora Nayar; AVELLAR, Ana Paula; ANDRADE, Daniel Caixeta. Eco-inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da pintec. **REVIBEC-REVISTA**

IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA, p. 73-87, 2016. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/314919>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The future of hydrogen**. Paris: IEA, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3OMZx0M>>. Acesso em: 24 set. 2024.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, 2022. **Interministerial sobre Mudança do Clima**, 2008. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2024.

IPCC, 2021. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Chapter 2: Changing State of the Climate System. Cambridge University Press. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-2/>>. Acesso em: 05 maio. 2024.

ITAÚ ASSET. 2022. **Relatório ESG 2022**. Disponível em: <https://assetfront.arquivosparceiros.cloud.itaubr.com.br/ISG/Relatorio_ESG_2022_Itau_Asset.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

ITAÚ ASSET. 2023. **Relatório ESG 2023**. Disponível em: <https://assetfront.arquivosparceiros.cloud.itaubr.com.br/ISG/Relatorio_ESG_2023_Itau_Asset.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

ITAÚ. 2021. **Relatório anual de sustentabilidade 2021**. Disponível em: <<https://www.itaubr.com.br/download-file/v2/d/42787847-4cf6-4461-94a5-40ed237dca33/0f6d20ef-214f-f8e3-7ceb-432350f7e412?origin=1>>. Acesso em: 11 out. 2024.

ITAÚ. 2021. **Relatório anual de sustentabilidade 2021**. Disponível em: <<https://www.itaubr.com.br/download-file/v2/d/42787847-4cf6-4461-94a5-40ed237dca33/c2f10585-7bc5-c7e0-ef28-079337256421?origin=1>>. Acesso em: 11 out. 2024.

ITAÚ. 2022. **Relatório anual de sustentabilidade 2022**. Disponível em: <<https://www.itaubr.com.br/download-file/v2/d/42787847-4cf6-4461-94a5->

40ed237dca33/a8466fdd-9242-7422-62ba-61eddf03c2a4?origin=1>. Acesso em: 11 out. 2024.

ITAÚ. 2023. **Relatório anual de sustentabilidade 2023**. Disponível em: <<https://www.itaubr.com.br/download-file/v2/d/42787847-4cf6-4461-94a5-40ed237dca33/e84ef351-fdae-1e3b-b525-20cbd63305cc?origin=2>>. Acesso em: 11 out. 2024.

ITAÚ. 2024. **Crédito para Energia Solar**. Disponível em: <<https://www.itaubr.com.br/credito-para-energia-solar>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

JÚNIOR, Marcos Antonio Cavalcante de Oliveira; COLLAÇO, Flávia Mendes de Almeida. Políticas públicas e instrumentos para transição energética: uma revisão sistemática da literatura. 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Flavia-Collaco/publication/378920881_POLITICAS_PUBLICAS_E_INSTRUMENTOS_PARA_TRANSICAO_ENERGETICA_uma_revisao_sistemica_da_literatura/links/65f1ae0b1f0aec67e2889733/POLITICAS-PUBLICAS-E-INSTRUMENTOS-PARA-TRANSICAO-ENERGETICA-uma-revisao-sistemica-da-literatura.pdf>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C.; VAN ERCK, R. P. G. Assessing the sustainability performances of industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 4, p. 373-385, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.10.007>> . Acesso em: 19 jan. 2024.

LEE, Chien-Chiang et al. How does green finance affect energy efficiency? The role of green technology innovation and energy structure. **Renewable Energy**, v. 219, p. 119417, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119417>> . Acesso em: 21 out. 2024.

LIMA, Sérgio Ferraz de. Introdução ao conceito de sustentabilidade: aplicabilidade e limites. **Cadernos da Escola de Negócios**, v. 1, n. 4, 2006.

LOPES, Mariana Cristina; TAQUES, Fernando Henrique. O desafio da energia sustentável no Brasil. **Revista Cadernos de Economia**, v. 20, n. 36, p. 71-96, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.46699/rce.v20i36.4478>>. Acesso em 26 out. 2024.

LOSEKANN, Luciano; HALLACK, Michelle. **Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. DESAFIOS DA NAÇÃO: ARTIGOS DE APOIO. Brasília: IPEA, 2018. v. 2, p. 631–655. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8446>> . Acesso em: 21 jan. 2024.

MACEDO, Humberto Rodrigues et al. Expansão e perspectivas do sistema de transmissão brasileiro após a crise energética de 2001. In: **5ª JICE-JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO**. 2014.

MADRUGA, Marciule Gorgonio Coutinho. Oportunidades e desafios da utilização do hidrogênio verde na transição energética brasileira. 2023. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

MANTOVANI, Leandro Paloma et al. Biomassa e energia. **AGRONOMIA BRASILEIRA**, 2022. Disponível em: <<https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/departamentos/cienciasdoproducaoagricola/laboratorioidematologia-labmato/revistaagronomiabrasileira/rab202221.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

MARTINS, Brenda Ferreira; TERUEL, Gustavo Lucheti; SILVA, Kevin Ranieli da. Análise da inclusão do mercado de carbono na economia brasileira pós Protocolo de Kyoto 2010-presente. 2023. 57 f. (Graduação em Relações Internacionais) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2023.

MAZZUCATO, Mariana; FLIGHTS, CHEAP. Revolução verde puxada pelo Estado. **Valor Econômico**, mar, 2016. Disponível em: <<https://www.bresserpereira.org.br/terceiros/2016/marco/16.03-Revolucao-Verde.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2024.

MME. 2024. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Financiamento em transição energética sobe 62% em 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/financiamento-em-transicao-energetica-sobe-62-em-2023>>. Acesso em: 12 out. 2024.

MINSKY, H., 1992. **The Financial Instability Hypothesis**, Annandale-on-Hudson: Levy Institute WP nº 74.

MOTTA, Eduardo Marchetti Pereira Leão da et al. INSTRUMENTO FINANCEIRO PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, p. e18901-e18901, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.59306/rgsa.v12e52023e18901>>. Acesso em: 01 fev. 2024.

MOUSINHO, Maria Cândida Arrais de Miranda; COELHO, André Pires Batista.

Financiamento externo e transição energética nos países do BRICS. Brasília: Ipea, 2023. (Texto para Discussão, n. 2864). Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11861/7/TD_2864_Web.pdf>. Acesso em: 09 out. 2024.

NASCIMENTO NETO, José Osório do. Políticas públicas e regulação socioambiental. **Governança, estratégias e escolhas públicas: energia e desenvolvimento em pauta.** Curitiba: Íthala, 2017.

OLIVEIRA, R. C. **Panorama do hidrogênio no Brasil.** Texto para Discussão, nº 2787, 2022.

PEREIRA, Karina Rodrigues. Os Princípios para o Investimento Responsável (PRI) e o Ativismo dos Fundos de Pensão. 2012. 80 f. Dissertação (Mestre em Administração) - Universidades do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2012.

PEREIRA, Lígia Cintra. Análise de políticas públicas de incentivo às fontes de energia renováveis através de um modelo econômico do mercado elétrico. 2017. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

PESSOA, Linnit; FEIJÓ, Carmem. Planejamento econômico, convenções e socialização do investimento. Disponível em: <https://enep.sep.org.br/uploads/1744_1678754173_planejamento,_conven%C3%A7%C3%B5es_e_socializa%C3%A7%C3%A3o_do_investimento_id_pdf_ide.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2024.

POPOVA, Irina. Key Low-Carbon Development Policies and Instruments in Brazil. 2023. Disponível em: <<https://iorj.hse.ru/data/2023/12/09/2110511853/2%20Popova.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2024.

RAGAZZO, Carlos; STELITANO, Amanda; CATALDO, Bruna. O que são finanças verdes? E por que o sistema financeiro participa do debate sustentável?(What Is Green Finance and Why Does the Financial System Participate in the Sustainability Debate?), 2022. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=4471084>>. Acesso em: 2 nov. 2024.

REIS, T. 2024. **10 maiores bancos do Brasil em 2024: Descubra quais são.** Disponível em: <<https://www.suno.com.br/artigos/maiores-bancos-do-brasil-2024/>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

RODRIGUES, Marcus Vinícius Sousa; AQUINO, Marisete Dantas de; THOMAZ, Antônio Clécio Fontelles. (2015). Análise da eficiência na produção de energia eólica nos principais estados brasileiros produtores, por meio da aplicação de análise por envoltória de dados.

Revista Tecnologia, 36(1/2), 18–33. Disponível em: <

<https://doi.org/10.5020/23180730.2015.V36.1/2.18-33>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

SANTANDER BRASIL. 2021. **Relatório ESG e ações climáticas Santander Brasil 2021**.

Disponível em: <[https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-relatorio-esg-aco-es-climatica-2022-08/22-08-](https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-relatorio-esg-aco-es-climatica-2022-08/22-08-19_144807_relato%3%3Brio_esg_e_a%3%A7%3%B5es_clim%3%A1ticas_santander_brasil+_2021_27-07-2022_publicar.pdf)

[19_144807_relato%3%3Brio_esg_e_a%3%A7%3%B5es_clim%3%A1ticas_santander_brasil+_2021_27-07-2022_publicar.pdf](https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-relatorio-esg-aco-es-climatica-2022-08/22-08-19_144807_relato%3%3Brio_esg_e_a%3%A7%3%B5es_clim%3%A1ticas_santander_brasil+_2021_27-07-2022_publicar.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2024.

SANTANDER BRASIL. 2021. **Relatório ESG e ações climáticas Santander Brasil 2021**.

Disponível em: <[https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-relatorio-esg-aco-es-climatica-2022-08/22-08-](https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-relatorio-esg-aco-es-climatica-2022-08/22-08-19_144807_relato%3%3Brio_esg_e_a%3%A7%3%B5es_clim%3%A1ticas_santander_brasil+_2021_27-07-2022_publicar.pdf)

[19_144807_relato%3%3Brio_esg_e_a%3%A7%3%B5es_clim%3%A1ticas_santander_brasil+_2021_27-07-2022_publicar.pdf](https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-relatorio-esg-aco-es-climatica-2022-08/22-08-19_144807_relato%3%3Brio_esg_e_a%3%A7%3%B5es_clim%3%A1ticas_santander_brasil+_2021_27-07-2022_publicar.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2024.

SANTANDER BRASIL. 2022. **Relatório Anual Integrado 2022**. Disponível em:

<[https://cms.santander.com.br/sites/WRI/documentos/url-rel_anual_2022/23-06-](https://cms.santander.com.br/sites/WRI/documentos/url-rel_anual_2022/23-06-08_134229_relato%3%3Brio%20anual%20integrado%202022_santander%20brasil.pdf)

[08_134229_relato%3%3Brio%20anual%20integrado%202022_santander%20brasil.pdf](https://cms.santander.com.br/sites/WRI/documentos/url-rel_anual_2022/23-06-08_134229_relato%3%3Brio%20anual%20integrado%202022_santander%20brasil.pdf)>.

Acesso em: 11 out. 2024.

SANTANDER BRASIL. 2023. **Relatório Anual Integrado 2023**. Disponível em:

<[https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-central-de-resultados-anuais-2023-](https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-central-de-resultados-anuais-2023-acordeao2023-downloadItem/24-07-25_164112_relatorio_anual_integrado+2023_final.pdf)

[acordeao2023-downloadItem/24-07-25_164112_relatorio_anual_integrado+2023_final.pdf](https://cms.santander.com.br/sites/WPS/documentos/arq-central-de-resultados-anuais-2023-acordeao2023-downloadItem/24-07-25_164112_relatorio_anual_integrado+2023_final.pdf)>.

Acesso em: 11 out. 2024.

SANTANDER. 2024. **CDC Socioambiental**. Disponível em:

<<https://www.santander.com.br/creditos-e-financiamentos/para-voce/cdc-socioambiental>>.

Acesso em: 11 jul. 2024.

SANTOS, Luiz Henrique Bispo. Financiamento e transição ecológica: elementos conceituais, fatores políticos-institucionais e investigação empírica para o Brasil. 2022. 125 f. Dissertação (Mestre em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

SANTOS, Simone Mendonça. A Avaliação Ambiental Estratégica e o Plano Nacional de Energia: um estudo das potenciais contribuições. 2009. 110 f. Dissertação (Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SICCOOB. 2024. **Financiamento de Energia Solar Fotovoltáica - Sicoob Credipeu.**

Disponível em: <https://www.sicoob.com.br/web/sicoobcredipeu/credito-voce/-/asset_publisher/WNFz1XbapGwh/content/id/3198055>. Acesso em: 11 jul. 2024.

SICREDI. 2024. **Financiamento para Energia Solar.** Disponível em:

<<https://www.sicredi.com.br/site/credito/para-voce/financiamento-para-energia-solar/>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

SICSÚ, João. A relevância do orçamento de capital e do planejamento no pensamento de Keynes. **Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento**, v. 11, n. 2, 2021.

SILVA BARBOSA, Andrey da. O HIDROGÊNIO VERDE PODE SER UMA OPORTUNIDADE PARA CONSOLIDAR O BRASIL COMO PROTAGONISTA MUNDIAL NA DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR ENERGÉTICO. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 11, n. 4, p. 3255-3259, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp3255-3259>>. Acesso em: 24 set. 2024.

SIMÕES, Marcelo Silva. Ensaio sobre desempenho socioeconômico, complexidade econômica e performance ambiental. 2021. 236 f. Tese (Doutor em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

SOUZA, Rodrigo Mendes Leal de; VIANA, Marconi Edson Ferreira. Financiamento do desenvolvimento sustentável: elementos para a contribuição dos bancos de desenvolvimento. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 35-66, dez. 2019. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/19600>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

TAGHIZADEH-HESARY, Farhad et al. Green finance and the economic feasibility of hydrogen projects. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 47, n. 58, p. 24511-24522, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.01.111>>. Acesso em: 5 fev. 2024.

TAVERNA, Bruna Porpilho et al. ENERGIA OCEÂNICA: UMA REVISÃO SOBRE A MATRIZ ENERGÉTICA PROVENIENTE DOS OCEANOS. **Revista Interdisciplinar da**

FARESE, v. 4, 2022. Disponível em: <
<https://revista.grupofaveni.com.br/index.php/revistainterdisciplinardafarese/article/view/959>>.
Acesso em 26 fev. 2024.

TIRYAKI, Gisele Ferreira; COSTA, Marcelo. Investimento privado no setor de energia do Brasil: evolução e determinantes. **Revista eletrônica de energia**, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/ree/article/view/1300/1259>>. Acesso em: 9 set. 2024.

TOLMASQUIM, M. T. Coord.) (2016) Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, Brasil. 452 pp. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

TOMELIN, Alberto Cesar. Necessidade de adaptação dos instrumentos de financiamento de energia renovável. 2016. 107 f. Dissertação (Mestre em Economia) - Universidade Federal do Rio Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

UNGARETTI, Carlos Renato; NUNES, Ticiania Gabrielle Amaral; MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de. As dinâmicas de transição energética no Brasil e na Argentina: potencialidades, limites e o papel da China. 2024. Disponível em: <
https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14739/1/BEPI_38_Artigo_2.pdf> . Acesso em: 09 out. 2024.

WIEDMANN, Thomas et al. Scientists' warning on affluence. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 3107, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-16941-y>> . Acesso em: 15 fev. 2024.

WILBY, Claire; HUOMO, Laura. Gas transit development in europe and beyond: In an era of geopolitical influence and climate change pressures. **European Energy and Environmental Law Review**, v. 30, n. 2, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.54648/eelr2021005>>. Acesso em: 3 fev. 2024.