

Energias sustentáveis no Brasil: Desafios e oportunidades para os próximos anos



<https://doi.org/10.56238/sevned2023.001-026>

Cássia Mara Alexandrino Silva

Formação acadêmica mais alta: Graduação em Agronomia (UFT) e Mestranda em Desenvolvimento Sustentável e Extensão - UFLA

Instituição de atuação atual: Universidade Federal de Lavras - UFLA

E-mail: cassiamarauf@gmail.com

Allan Berthier Silva Ferreira

Formação acadêmica mais alta com área da graduação Graduado em Ciências Contábeis, Mestrando em Desenvolvimento de Negócios e Inovação

Instituição de atuação atual: Must University

E-mail: allanberthier@gmail.com

Teodoro Antunes Gomes Filho

Formação acadêmica: Licenciado em Geografia (UFPe), mestre em Educação (UNISINOS), doutorando em Educação (UNISINOS)

Universidade: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

E-mail: teoantunes@msn.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7391-5637>

Leonardo Dias Nascimento

Formação acadêmica mais alta com área da graduação: Gestor Ambiental (UNOPAR), Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (UESC), Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UESC)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA (Trabalho)

E-mail: leonardo.dias@ifba.edu.br

ORCID: 0000-0001-8981-768X

Carla Santos Acruz

Formação acadêmica Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental, especialista em Gestão Licenciamento e Auditoria Ambiental

Instituição Instituto do Meio Ambiente - INEMA. R. Viena, 425 - Dinah Borges, Eunápolis - BA, 45820-970

E-mail: carlinhaacruz@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5320-2716>

Francisco Roldineli Varela Marques

Formação acadêmica mais alta com área da graduação: Mestre em Administração - UFRN

Instituição de atuação atual: Universidade Federal Rural do Semi-Arido

E-mail: roldineli.varela@gmail.com

Luciano Henrique Pereira da Silva

Formação acadêmica mais alta com área da graduação (Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária)

Universidade: Universidade Potiguar (UnP)

E-mail: henriqueuluciano.albino@gmail.com

Dourivan Diego de Melo Pereira

Formação acadêmica mais alta com área da graduação: Graduação no Bacharelado em Engenharia Civil

Universidade: Universidade de Pernambuco - UPE

E-mail: dourivan321@gmail.com

Lays Adryellen Tavares de Lima

Formação acadêmica: Especialista em Administração escolar, supervisão e orientação pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI).

E-mail: laystavares34@gmail.com

Gustavo Perroni Gomes da Silva

Formação acadêmica mais alta com área da graduação : Doutor em Educação

Universidade: Universidade Estácio de Sá - UNESA

E-mail: mestrado.doutorado@estacio.br

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem demonstrado uma posição privilegiada no cenário energético mundial. A matriz energética do país é diversificada, com destaque para a participação das energias renováveis, que representam uma parcela significativa da produção total de energia. Assim, a presente pesquisa objetivou analisar os principais desafios e oportunidades para o Brasil no futuro como potencial gerador de energia. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica e, como resultado, foi possível constatar que o Brasil possui oportunidades e desafios no setor de energia sustentável. As principais fontes energéticas analisadas foram a hidrelétrica, biomassa, solar, eólica e maré. Nesse cenário, a diversificação da matriz energética, com enfoque em fontes renováveis, é importante para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e impulsionar o desenvolvimento sustentável no país. O país detém uma biodiversidade que contribui para o fomento às energias sustentáveis, como por exemplo, uma extensa costa e regiões com ventos favoráveis, principalmente no Nordeste e Sul. No entanto,



superar desafios como custos iniciais, infraestrutura e regulamentação é essencial para o sucesso da transição energética do país, que pode atrair

investimentos, impulsionar a inovação e fortalecer a competitividade global.

Palavras-chave: Energia, Sustentabilidade, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem demonstrado uma posição privilegiada no cenário energético mundial. A matriz energética do país é diversificada, com destaque para a participação das energias renováveis, que representam uma parcela significativa da produção total de energia. A energia hidrelétrica, por exemplo, é uma das principais fontes utilizadas, aproveitando o potencial hidráulico abundante presente em várias regiões do país. Além disso, a biomassa, a energia eólica e outras fontes renováveis têm ganhado espaço na matriz energética brasileira, contribuindo para a redução das emissões de gases poluentes (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Conforme apontam Bondarik, Pilatti e Horst (2018), a energia é um recurso fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país. No contexto global, a busca por fontes de energia sustentáveis e renováveis tem ganhado cada vez mais destaque, devido às preocupações com as mudanças climáticas e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa. Nesse cenário, o Brasil se destaca como um grande produtor de energia, especialmente de fontes renováveis, como a hidrelétrica, biomassa e eólica.

A energia hidrelétrica desempenha um papel fundamental na matriz energética brasileira. Com um vasto potencial hidráulico presente em diversas regiões do país, as usinas hidrelétricas têm sido responsáveis por uma parcela significativa da produção total de energia elétrica. O Brasil possui grandes reservatórios de água, como os das usinas de Itaipu, Belo Monte e Tucuruí, que são capazes de gerar quantidades expressivas de eletricidade (JOURDA, 2016).

Além da energia hidrelétrica, a biomassa é outra fonte importante de energia renovável no Brasil. O país possui uma vasta produção agrícola, o que resulta em uma grande quantidade de resíduos orgânicos. Esses resíduos, como bagaço de cana-de-açúcar e restos de culturas agrícolas, podem ser transformados em biomassa e utilizados para a geração de energia. As usinas de biomassa têm se expandido no país, contribuindo para a diversificação da matriz energética e para a redução das emissões de gases poluentes (ALMEIDA; GUIMARÃES, 2022).

A energia eólica também tem ganhado espaço significativo no Brasil. Com um extenso litoral e condições favoráveis de vento em várias regiões, o país possui um grande potencial para a geração de energia a partir do vento. Parques eólicos têm sido construídos em diferentes estados brasileiros, especialmente no Nordeste, onde as condições de vento são mais propícias. A energia eólica tem se mostrado uma alternativa viável e sustentável, contribuindo para a matriz energética do país e para a redução das emissões de gases de efeito estufa (CUNHA et al., 2019).



Além dessas fontes, outras energias renováveis também estão ganhando espaço no Brasil. O país tem investido em tecnologias como energia solar, biogás e energia das marés, explorando seu potencial em diferentes regiões. A energia solar, por exemplo, tem apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos, impulsionado por incentivos governamentais e pela redução dos custos dos painéis solares. Essa diversificação da matriz energética brasileira contribui para aumentar a segurança energética do país, reduzir a dependência de fontes não renováveis e mitigar os impactos ambientais (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2009).

De acordo com Freire (2014), o Brasil tem enfrentado desafios na área energética, como a necessidade de investimentos em infraestrutura e a busca por soluções sustentáveis para a geração e o consumo de energia. A transição para um modelo energético mais limpo e sustentável requer políticas públicas adequadas, incentivos para o desenvolvimento de tecnologias renováveis e investimentos em pesquisa e desenvolvimento. No entanto, o país possui um potencial significativo para expandir ainda mais o uso de fontes renováveis e desempenhar um papel importante na transição global para uma matriz energética mais sustentável.

Essa posição de destaque do Brasil como grande produtor de energia não apenas impacta a economia nacional, mas também traz implicações ambientais e sociais. A construção de grandes usinas hidrelétricas, por exemplo, pode ocasionar o deslocamento de comunidades tradicionais e gerar impactos ambientais significativos, como o alagamento de áreas de preservação ambiental. A utilização de biomassa como fonte de energia, por sua vez, pode gerar preocupações relacionadas à sustentabilidade e ao manejo adequado dos recursos naturais (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Diante deste contexto, este estudo buscou indagar, como problematização, a seguinte questão de pesquisa: “Quais os principais desafios e oportunidades do Brasil nos próximos anos para a expansão e consolidação de uma matriz energética sustentável, considerando as fontes renováveis disponíveis e seus impactos ambientais e sociais?”.

A problematização proposta se baseia na necessidade de compreender os desafios e oportunidades que o Brasil enfrentará nos próximos anos para promover a expansão e consolidação de uma matriz energética sustentável. Embora o país tenha uma posição privilegiada no cenário energético mundial, com destaque para a participação das energias renováveis, há uma série de questões a serem abordadas para garantir a sustentabilidade desse setor.

Assim, a presente pesquisa teve por objetivo analisar os principais desafios e oportunidades para o Brasil como futuro potencial gerador de energia. Para tanto, aplicou-se o método da pesquisa bibliográfica, que é, segundo Gil (2011), um levantamento de documentos já publicados, como livros, artigos científicos, dissertações, teses, relatórios técnicos, entre outros, que abordam o tema em questão. Esse método de pesquisa permite a obtenção de informações atualizadas e embasadas em estudos anteriores, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento sobre o assunto.



Por meio desta revisão bibliográfica, espera-se contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre o Brasil como grande produtor de energia, evidenciando sua importância no cenário energético global e as questões relacionadas a essa posição. A análise das fontes energéticas, seus impactos e as políticas públicas adotadas permitirá uma compreensão mais ampla das oportunidades e desafios enfrentados no setor energético brasileiro. Dessa forma, poderão ser identificadas estratégias e diretrizes para uma gestão eficiente e sustentável dos recursos energéticos, visando ao desenvolvimento econômico e social do país, em consonância com a proteção do meio ambiente.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 ENERGIAS SUSTENTÁVEIS E AS OPORTUNIDADES PARA O BRASIL NOS PRÓXIMOS ANOS

As energias sustentáveis, também conhecidas como energias renováveis e limpas, são aquelas obtidas a partir de fontes naturais que se regeneram ou são virtualmente inesgotáveis. O Brasil possui um enorme potencial para o desenvolvimento de energias sustentáveis nos próximos anos. O país caracteriza-se por possuir com um clima favorável, vastos recursos naturais e uma demanda crescente por energia. A diversificação da matriz energética e a adoção de fontes renováveis têm se tornado prioridades estratégicas para o Brasil, visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa, aumentar a segurança energética e impulsionar o desenvolvimento sustentável (LIMA, 2017).

Um dos principais recursos naturais do Brasil é, segundo Lopes e Taques (2016), a sua abundância de rios e bacias hidrográficas, o que possibilita a geração de energia por meio de usinas hidrelétricas. A energia hidrelétrica já é uma fonte significativa na matriz energética brasileira, representando aproximadamente 60% da capacidade instalada. O potencial hidrelétrico do país ainda é vasto, com inúmeras oportunidades para a construção de novas usinas e aproveitamento de pequenas centrais hidrelétricas, especialmente na região amazônica.

A Amazônia possui uma grande quantidade de rios e uma topografia favorável, o que possibilita a implantação de usinas hidrelétricas de médio e grande porte. Projetos como a Usina Hidrelétrica de Belo Monte, localizada no rio Xingu, são exemplos do potencial hidrelétrico da região. Além da Amazônia, outras regiões do país também possuem um grande potencial para a geração de energia hidrelétrica. Os rios que cortam o território brasileiro, como o São Francisco, Paraná, Tocantins, Madeira e outros, oferecem condições favoráveis para a construção de usinas de diferentes tamanhos. As usinas hidrelétricas contribuem para a estabilidade do sistema elétrico nacional, fornecendo energia limpa, renovável e de baixo custo (LOPES; TAQUES, 2016)..

A biomassa também é uma oportunidade relevante para o Brasil. O país é um grande produtor agrícola e possui uma vasta quantidade de resíduos agrícolas e florestais que podem ser aproveitados



como biomassa para a geração de energia. A produção de biogás a partir de dejetos animais e resíduos orgânicos também é uma área promissora. A expansão da utilização da biomassa contribui para o aproveitamento de resíduos, a redução de emissões e o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis (KITAYAMA, 2008).

A utilização da biomassa como fonte de energia é uma alternativa viável e ambientalmente amigável, pois permite o aproveitamento de resíduos que de outra forma poderiam se tornar um problema ambiental, como restos de colheitas, cascas de árvores, serragem e bagaço de cana-de-açúcar, entre outros. Esses resíduos podem ser transformados em combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos para a produção de calor, eletricidade ou biogás (ALMEIDA; GUIMARÃES, 2022).

Além disso, a produção de biogás a partir de dejetos animais e resíduos orgânicos é outra área promissora no Brasil, conforme aponta Tachizawa (2011). A decomposição anaeróbica desses materiais gera biogás, composto principalmente por metano, que pode ser utilizado como combustível para a geração de eletricidade e calor. A expansão da utilização do biogás contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, já que o metano é um gás de efeito estufa mais potente que o dióxido de carbono.

O aproveitamento da biomassa como fonte de energia oferece diversas vantagens. Além de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactos ambientais associados a esses combustíveis, a biomassa contribui para o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis. A utilização de resíduos agrícolas e florestais como biomassa gera empregos na cadeia de produção, transporte e processamento desses materiais (KITAYAMA, 2008).

O Brasil tem um grande potencial para expandir a utilização da biomassa como fonte de energia, devido à sua vasta produção agrícola e florestal. Para isso, é necessário o desenvolvimento de tecnologias eficientes e sustentáveis para a conversão da biomassa em energia, além de políticas e incentivos adequados que promovam a sua utilização. A expansão da biomassa contribuirá para o aproveitamento de resíduos, a redução de emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento de uma economia mais sustentável e circular (MIRANDA; MARTINS; LOPES, 2019).

Além disso, cabe destacar o potencial do Brasil em relação à energia solar. O país possui uma das melhores irradiações solares do mundo, especialmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. Essas regiões são privilegiadas com excelentes condições de irradiação solar, o que significa que recebem altos níveis de radiação solar ao longo do ano (PINHO; GALDINO, 2014).

No Nordeste brasileiro, a incidência solar é, segundo Machado e Miranda (2015), particularmente favorável. A região é conhecida por seu clima tropical e semiárido, com dias ensolarados durante a maior parte do ano. O clima seco e as baixas taxas de cobertura de nuvens proporcionam uma alta disponibilidade de radiação solar direta, ideal para a produção de energia solar



fotovoltaica. Cidades como Fortaleza, Natal e Recife estão entre as que possuem um dos maiores índices de irradiação solar no Brasil.

Já a região Centro-Oeste é caracterizada por um clima tropical, com estações bem definidas e um período de seca durante o inverno. Essas condições climáticas favorecem a geração de energia solar, uma vez que o céu costuma estar aberto e a incidência solar é intensa durante a maior parte do ano. Cidades como Brasília, Cuiabá e Goiânia apresentam elevados índices de irradiação solar, tornando-as locais propícios para a instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica (PINHO; GALDINO, 2014).

Na perspectiva de Lana et al. (2015), a presença dessas condições favoráveis nas regiões Nordeste e Centro-Oeste do Brasil cria um ambiente propício para a expansão da energia solar. A disponibilidade abundante de radiação solar permite o aproveitamento máximo da energia solar fotovoltaica, tornando-a uma fonte viável e atrativa para a geração de eletricidade.

Além disso, essas regiões também são conhecidas por sua vasta extensão territorial, o que possibilita a instalação de grandes usinas solares de geração centralizada. Esses empreendimentos podem aproveitar a disponibilidade de terras e o clima favorável para a produção em larga escala de energia solar, contribuindo para a diversificação da matriz energética e o suprimento de eletricidade para as regiões adjacentes (LANA et. al, 2015).

A expansão da energia solar fotovoltaica tem sido significativa nos últimos anos, impulsionada por uma combinação de fatores, como a redução de custos dos equipamentos, incentivos governamentais e leilões de energia. Com o potencial ainda inexplorado, o Brasil pode continuar a crescer como líder na energia solar, tanto em geração centralizada quanto em sistemas distribuídos (MACHADO; MIRANDA, 2015).

O governo brasileiro implementou incentivos e políticas públicas que estimulam o desenvolvimento da energia solar. Dentre essas medidas, destaca-se a Resolução Normativa 482/2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabeleceu as regras para o sistema de compensação de energia elétrica, permitindo que os consumidores possam gerar sua própria energia solar e trocar o excedente com a distribuidora local (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Conforme apontam Reis, Fadigas e Carvalho (2009), outro fator importante para o crescimento da energia solar no Brasil são os leilões de energia promovidos pelo governo. Esses leilões têm como objetivo contratar novos projetos de geração de energia renovável, incluindo a energia solar fotovoltaica. Com a competição entre os empreendedores e a busca por tarifas competitivas, os leilões têm impulsionado a expansão da energia solar no país.

A energia eólica também apresenta grandes oportunidades para o Brasil. O país possui uma extensa costa e regiões com ventos favoráveis, principalmente no Nordeste e Sul. A extensa costa brasileira, que se estende por mais de 7.000 quilômetros, oferece uma grande oportunidade para a



exploração da energia eólica offshore, ou seja, a geração de energia eólica em alto-mar. As áreas costeiras são conhecidas por apresentarem ventos fortes e constantes, o que é ideal para a instalação de parques eólicos offshore. Esses parques podem ser construídos próximos à costa, onde as profundidades marítimas são adequadas para a fixação de turbinas eólicas em bases no fundo do mar (MACHADO; MIRANDA, 2015).

Além da costa, o Brasil também possui regiões com ventos favoráveis no Nordeste e Sul do país. O Nordeste se destaca como uma das regiões com maior potencial eólico no Brasil. Essa região apresenta ventos constantes, impulsionados pelos ventos alísios que sopram do oceano Atlântico. Estados como Bahia, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí possuem grande capacidade para a geração de energia eólica, com parques eólicos já instalados e em operação. No Sul do Brasil, destacam-se os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que também possuem ventos favoráveis para a geração de energia eólica. A região sul é influenciada por correntes de vento frio provenientes da Antártica, criando condições propícias para a instalação de parques eólicos terrestres (LANA et al., 2015).

Alves (2010, p. 165) enfatiza que:

Diante do cenário mundial de mudanças climáticas, a importância das energias renováveis cresce cada vez mais, nos espaços de planejamentos governamentais sobre suas matrizes energéticas. No Brasil o potencial eólico tem despertado o interesse de vários fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com energia eólica. Convém lembrar que a região Nordeste foi uma das pioneiras na instalação de energia eólica para aproveitamento na geração de energia elétrica. As instalações já em operação mostram uma importante iniciativa tanto das concessionárias brasileiras responsáveis pelos projetos experimentais como das empresas autoprodutoras de energia que, dentro do novo cenário do setor elétrico, investem no desenvolvimento do aproveitamento eólico para geração de energia. Para o campo de desenvolvimento da energia eólica no Brasil, as figuras do autoprodutor e do produtor independente são fundamentais na expansão desse setor, e na promoção de uma matriz energética sustentável.

A exploração do potencial eólico do Brasil tem sido impulsionada por incentivos governamentais, como leilões de energia eólica, que promovem a contratação de novos projetos e viabilizam a expansão do setor. Essas iniciativas têm contribuído para o crescimento significativo da capacidade instalada de energia eólica no país. A utilização dos recursos eólicos no Brasil tem potencial para impulsionar o desenvolvimento econômico e social das regiões onde são instalados os parques eólicos. A construção desses empreendimentos gera empregos diretos e indiretos, estimula a cadeia produtiva local e atrai investimentos para as áreas de infraestrutura e serviços (ALVES, 2010).

A capacidade instalada de energia eólica tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, com leilões bem-sucedidos e avanços tecnológicos. A contínua expansão da energia eólica contribui para a diversificação da matriz energética, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e oferecendo oportunidades para a geração de empregos e o desenvolvimento regional (NASCIMENTO; MENDONÇA; CUNHA, 2012).

Para Nascimento, Mendonça e Cunha (2012, p. 647):



[...] os benefícios ambientais que as inovações no setor eólico brasileiro vêm passando se relacionam à exploração de novas fontes de matéria-prima para a produção de energia, contribuindo para a redução de gases poluentes e redução da dependência de combustíveis fósseis. Além de se estruturar uma forma complementar para a energia hidráulica, tendo em vista o aumento de potencial de produção de energia eólica em períodos de seca. Ainda foi possível constatar que as questões institucionais que regem o sistema nacional de energia e o sistema setorial de energia eólica têm possibilitado e incentivado a viabilização de projetos eólicos, ressaltando os benefícios econômicos, ambientais e sociais que o fortalecimento dessa indústria pode proporcionar ao país.

Por fim, cabe mencionar as oportunidades futuras que o Brasil possui em relação à energia da maré. O Brasil possui um litoral extenso, com uma costa que se estende por cerca de 7.400 km. Isso representa um grande potencial para a geração de energia das marés. As regiões Norte e Nordeste do país, em particular, apresentam características geográficas favoráveis para a exploração dessa forma de energia, com amplas áreas de estuários, baías e deltas (FISCHER, 2014).

As oportunidades para o Brasil na energia das marés nos próximos anos são significativas. O país possui um grande potencial de geração de eletricidade a partir dessa fonte, que ainda está em estágio inicial de desenvolvimento. A implantação de projetos de energia das marés traria diversos benefícios, como a diversificação da matriz energética, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a promoção do desenvolvimento tecnológico e industrial (NETO et al., 2011).

Segundo Oliveira (2016), existem diferentes tecnologias disponíveis para a geração de energia das marés. Uma delas é a instalação de barragens ou diques em áreas costeiras propícias, onde a água do mar entra e sai conforme as marés. Esse movimento da água aciona turbinas hidráulicas que geram eletricidade. Essa tecnologia é conhecida como energia maremotriz de impoundage.

Outra tecnologia em desenvolvimento é a utilização de turbinas submersas ou turbinas de corrente de maré, que são instaladas no fundo do mar e captam a energia cinética das correntes marítimas. Essa tecnologia é conhecida como energia maremotriz de corrente de maré. O Brasil tem grande potencial para a implementação dessa tecnologia, especialmente na região amazônica, onde a foz dos rios gera correntes marítimas fortes (SESMIL, 2013).

No entanto, é importante destacar que a energia das marés apresenta desafios técnicos, ambientais e econômicos. A construção de estruturas offshore requer investimentos significativos e a tecnologia ainda está em fase de desenvolvimento e aprimoramento. Além disso, é necessário realizar estudos de impacto ambiental cuidadosos para minimizar os efeitos sobre os ecossistemas marinhos (SILVA et al., 2018).

Para aproveitar as oportunidades na energia das marés, o Brasil deve incentivar a pesquisa e desenvolvimento nessa área, promover parcerias entre o setor público e privado, estabelecer marcos regulatórios adequados e oferecer incentivos financeiros. A colaboração com países que já possuem experiência nessa forma de energia, como o Reino Unido e a França, pode ser benéfica para o desenvolvimento e aprendizado mútuo (TOLMASQUIM, 2016).



De acordo com Fischer (2014), a energia das marés pode contribuir para a diversificação da matriz energética do Brasil, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e mitigando os impactos ambientais associados à geração de eletricidade. Além disso, a implantação de projetos de energia das marés pode impulsionar o crescimento econômico regional, gerar empregos e fortalecer a indústria nacional.

2.2 ENERGIAS SUSTENTÁVEIS E OS DESAFIOS PARA O BRASIL NOS PRÓXIMOS ANOS

O Brasil é um país privilegiado em termos de recursos hídricos, possuindo um vasto potencial para a geração de energia elétrica por meio de hidrelétricas. No entanto, o desenvolvimento desse tipo de energia não está isento de desafios significativos.

Segundo Freire (2014), um dos principais desafios enfrentados pela energia hidrelétrica no Brasil é a questão ambiental. A construção de grandes barragens para a criação de reservatórios pode resultar em impactos ambientais significativos, como o deslocamento de comunidades locais, o alagamento de áreas florestais e a perda de habitats naturais. Além disso, a formação dos reservatórios pode levar ao acúmulo de matéria orgânica e ao consequente processo de decomposição, liberando gases de efeito estufa, como o metano, para a atmosfera. Esses impactos ambientais são objeto de debates e controvérsias em relação à viabilidade e sustentabilidade da energia hidrelétrica.

Ademais, Lopes e Taques (2016) apontam que um outro desafio a se considerar é a variabilidade climática. O Brasil é um país de dimensões continentais e possui diferentes bacias hidrográficas, com regimes de chuva distintos. Em anos de chuvas escassas ou desequilíbrio hidrológico, a geração de energia hidrelétrica pode ser comprometida, resultando em uma diminuição da capacidade de produção de eletricidade. Isso pode levar ao acionamento de usinas termelétricas, que utilizam combustíveis fósseis, aumentando os custos de produção e a emissão de gases de efeito estufa.

A dependência excessiva da energia hidrelétrica também torna o setor vulnerável a eventos climáticos extremos, como secas prolongadas ou enchentes intensas. Além disso, a energia hidrelétrica requer grandes investimentos financeiros e um longo tempo de construção. A implementação de grandes usinas hidrelétricas demanda recursos consideráveis, envolvendo a construção de barragens, turbinas, linhas de transmissão e infraestrutura associada. Esses investimentos podem ser arriscados, uma vez que as projeções de demanda e os preços da energia podem sofrer variações ao longo do tempo, afetando a rentabilidade desses empreendimentos. Além disso, a burocracia e os processos de licenciamento ambiental podem retardar a construção e a entrada em operação de novas usinas hidrelétricas (ALMEIDA; GUIMARÃES, 2022).

Outro desafio importante é a necessidade de diversificação da matriz energética. Embora a energia hidrelétrica seja uma fonte importante e renovável, a dependência excessiva dela pode tornar o setor energético brasileiro vulnerável a flutuações no suprimento de água e aos impactos das



mudanças climáticas. Por essa razão, é fundamental explorar e desenvolver outras fontes de energia, como a eólica, a solar, a biomassa e até mesmo a energia nuclear. A diversificação da matriz energética contribui para a segurança do suprimento e para a redução da dependência de uma única fonte (NETO et al., 2020).

Segundo Lopes e Taques (2016, p. 91):

Com um potencial hídrico que representa mais de 12% da água doce superficial do mundo, propício para instalação de hidrelétricas e PCH, desconsiderando o ônus dos impactos ambientais de suas instalações, com a conveniência de contar com as safras de cana de açúcar nos períodos de seca, aliado ainda a grande incidência de ventos nos litorais norte e nordeste, fica evidente a falta de efetividade das ações do governo brasileiro. A matriz energética brasileira, portanto, acaba concentrada na utilização de combustíveis fósseis e energia hidrelétrica, apesar do cenário propício para sua diversificação.

A energia de biomassa também enfrenta alguns desafios significativos em sua implementação e expansão no país. Isto porque, um dos principais desafios da energia de biomassa no Brasil é a disponibilidade e a logística de suprimento de matéria-prima. Embora o país seja rico em recursos agrícolas e florestais, a coleta, o transporte e o armazenamento dos resíduos de biomassa podem ser complexos e onerosos. A eficiência energética da biomassa também pode variar dependendo do tipo de material utilizado, da forma como é processado e da tecnologia empregada. A logística e a infraestrutura adequadas são essenciais para garantir um suprimento contínuo e sustentável de biomassa (LOPES; TAQUES, 2016).

Tabatabaei e Ghanavati (2018) apontam que outro desafio está relacionado à sustentabilidade ambiental da energia de biomassa. Embora seja uma fonte renovável, a queima de biomassa para geração de energia pode gerar emissões de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio. Além disso, a expansão da produção de biomassa pode gerar pressão adicional sobre os recursos naturais, como áreas florestais e cultivos agrícolas, podendo levar ao desmatamento e à perda de biodiversidade. É fundamental implementar práticas sustentáveis, como o uso de técnicas de manejo florestal adequadas e o estímulo à produção de biomassa a partir de resíduos agrícolas e industriais, visando minimizar os impactos ambientais.

Cabe destacar, ainda, a competitividade econômica da energia de biomassa em relação a outras fontes de energia. Os custos de produção, especialmente os relacionados ao transporte, processamento e armazenamento da biomassa, podem ser altos, afetando a viabilidade econômica dos projetos. Além disso, a incerteza em relação às políticas de incentivo e os preços voláteis dos combustíveis fósseis podem afetar a atratividade dos investimentos em energia de biomassa. É necessário um ambiente regulatório estável e propício, juntamente com incentivos adequados, para impulsionar o desenvolvimento e a competitividade dessa fonte energética (TABATABAEI; GHANAVATI, 2018).

A necessidade de tecnologias avançadas e de investimentos em pesquisa e desenvolvimento é outro desafio importante na energia da biomassa no país. A busca por processos mais eficientes de



conversão de biomassa em energia, como a gaseificação e a pirólise, pode proporcionar um aumento na eficiência e no aproveitamento dos recursos. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias de captura e armazenamento de carbono poderia reduzir ainda mais as emissões associadas à queima de biomassa (UCZAI, 2009).

Lopes e Taques (2016, p. 92) argumentam que:

A falta de efetividade, portanto, não é sinal de não evolução de políticas ambientais praticadas no país. Avaliando somente ações, sem a análise de seus resultados, ainda que existam oportunidades de implantação de usinas eólicas, maiores incentivos ao etanol, utilização da biomassa, todas podendo ser usadas de maneira complementar, é possível afirmar que existe uma preocupação do Brasil com suas políticas ambientais e seu crescimento sustentável. Porém, os avanços em termos de políticas e controle não refletem os resultados inconsistentes, alavancados pela complexidade na definição do conjunto de indicadores de sustentabilidade energética, e demonstram em determinados momentos que sua complexidade, apesar de todos os incentivos, inibe investidores e gastam energia com o meio e não com o objetivo fim.

Quanto à energia solar, a mesma enfrenta diversos desafios importantes no Brasil. Um dos principais obstáculos é o elevado custo inicial de instalação dos sistemas solares. Embora os preços dos painéis solares tenham diminuído ao longo do tempo, ainda é necessário um investimento considerável para adquirir e instalar um sistema fotovoltaico. Isso dificulta o acesso à energia solar para muitas pessoas, especialmente aquelas de baixa renda (MACHADO; MIRANDA, 2015).

Segundo Almeida e Guimarães (2022), há, ainda, uma falta de conscientização e educação sobre os benefícios da energia solar. Muitas pessoas no Brasil desconhecem os aspectos técnicos e os benefícios ambientais e econômicos dessa forma de energia. É fundamental investir em campanhas de conscientização e educação para informar a população sobre as vantagens da energia solar, destacando seu potencial para reduzir os custos com energia elétrica e seu impacto positivo no meio ambiente.

Ainda de acordo com o referido autor, o Brasil enfrenta desafios relacionados à infraestrutura e à regulamentação. A conexão dos sistemas solares à rede elétrica existente requer investimentos em infraestrutura de distribuição e transmissão de energia. Também é necessário estabelecer regulamentações claras e estáveis que incentivem a geração distribuída de energia solar e estabeleçam regras transparentes para a conexão à rede e a compensação da energia gerada em excesso. É importante criar um ambiente propício para investimentos em energia solar, com políticas consistentes e incentivos que atraiam empresas e investidores.

A variabilidade da geração solar é outro desafio a ser enfrentado. A produção de energia solar depende da disponibilidade de luz solar, que varia ao longo do dia e ao longo do ano. Isso requer o uso de sistemas de armazenamento de energia ou a complementação com outras fontes de energia para garantir um fornecimento contínuo. A expansão da capacidade de armazenamento de energia e o desenvolvimento de tecnologias de gerenciamento de carga são fundamentais para superar essa variabilidade e assegurar uma integração eficiente da energia solar na matriz elétrica do país (LANA et al., 2015).



A burocracia e os processos de licenciamento também representam desafios significativos para a energia solar no Brasil. Obter licenças e autorizações para a instalação de sistemas solares pode ser um processo demorado e complexo, o que desencoraja potenciais investidores e dificulta o crescimento do setor. Simplificar e agilizar os processos de licenciamento, reduzindo a burocracia, são medidas que podem impulsionar o desenvolvimento da energia solar no país (DANTAS; POMPERMAYER, 2018).

Em relação à energia eólica, Ferreira (2019) aponta que a infraestrutura é um dos principais desafios deste tipo de energia no país. A construção de parques eólicos requer investimentos significativos em termos de instalação de turbinas, redes de transmissão e sistemas de armazenamento de energia. Essa infraestrutura precisa ser planejada e implementada de maneira eficiente para garantir que a energia gerada pelos parques eólicos seja integrada à rede elétrica nacional de forma estável e confiável.

Há de considerar, ainda, a disponibilidade de áreas adequadas para a instalação de parques eólicos. Apesar do Brasil ter um enorme potencial de vento ao longo de sua extensa costa e em algumas regiões do interior, é necessário identificar locais com velocidades de vento consistentes e favoráveis para garantir a viabilidade econômica dos projetos. Além disso, é preciso considerar o impacto ambiental e social dessas instalações, garantindo a preservação de áreas sensíveis e envolvendo as comunidades locais no processo de desenvolvimento (FERREIRA, 2019)..

A questão do armazenamento de energia também é um desafio importante para a energia eólica no Brasil. Diferentemente das usinas termelétricas ou hidrelétricas, a geração eólica depende diretamente das condições do vento. Isso significa que a produção de energia é intermitente e varia ao longo do tempo. Portanto, é essencial desenvolver soluções de armazenamento eficientes, como baterias ou sistemas de armazenamento hidrelétrico reversível, para lidar com a variabilidade e garantir um fornecimento contínuo e estável de eletricidade.

A questão regulatória e os mecanismos de incentivo também são desafios para a energia eólica no Brasil. Embora o país tenha adotado políticas para estimular a expansão das energias renováveis, como os leilões de energia e a criação do programa de incentivo denominado RenovaBio, ainda existem obstáculos burocráticos e falta de clareza nas regras e diretrizes para a implantação de parques eólicos. Uma política energética estável, previsível e favorável é fundamental para atrair investimentos e impulsionar o setor (BARROSO, 2022).

Para Alves (2010, p. 186):

Enquanto as tecnologias renováveis se encontrarem em um estágio pequeno de desenvolvimento, com custo elevado e pequena participação no mercado, é necessário que se tenha um aparato legal, regulatório e institucional sólido, de forma a reduzir os riscos para os financiadores. Além de todos esses pontos levantados, deve-se ter em mente uma mudança no contexto internacional, com o aumento do preço do petróleo e a ratificação do Protocolo de Kyoto.



Não obstante, a manutenção e operação dos parques eólicos representam um desafio contínuo. As turbinas eólicas são máquinas complexas que requerem manutenção regular e especializada para garantir sua eficiência e longevidade. A falta de mão de obra qualificada e a necessidade de infraestrutura de suporte adequada podem afetar o desempenho e a disponibilidade dos parques eólicos (ALVES, 2010).

Em última instância, mas não menos importante, cabe mencionar os desafios para o Brasil nos próximos anos em relação à energia da maré. Autores como Fischer (2014) enfatizam que há uma necessidade de tecnologia para a captura e conversão da energia das marés. Existem diferentes métodos para aproveitar essa energia, como turbinas de maré, sistemas de bóias flutuantes e sistemas de energia das ondas. Cada método apresenta suas próprias complexidades técnicas e requer investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento para adaptá-los às condições específicas do litoral brasileiro.

Além da tecnologia, há uma falta de infraestrutura adequada para a instalação de projetos de energia das marés, haja vista que é necessário construir estruturas como barragens, diques e estações de energia para capturar e converter a energia das marés em eletricidade. Isso requer um planejamento cuidadoso e investimentos substanciais em engenharia civil (TOLMASQUIM, 2016).

O licenciamento ambiental é um desafio significativo para os projetos de energia das marés. O processo de obtenção de licenças ambientais no Brasil é conhecido por ser complexo e demorado. Os projetos de energia das marés envolvem impactos ambientais e, portanto, devem passar por uma avaliação rigorosa para garantir a sustentabilidade e a preservação dos ecossistemas costeiros (TOLMASQUIM, 2016).

Segundo Neto et al. (2011), outro ponto de atenção é o custo da energia das marés. No estágio atual de desenvolvimento, os projetos de energia das marés podem ser mais caros do que as fontes de energia convencionais. Os investimentos iniciais são altos devido à necessidade de tecnologia especializada e infraestrutura específica. No entanto, é importante destacar que, à medida que a tecnologia avança e a escala de produção aumenta, espera-se que os custos diminuam gradualmente.

Um desafio adicional é a integração da energia das marés à rede elétrica existente. A energia das marés é intermitente, dependendo do ciclo das marés, o que requer sistemas de armazenamento de energia ou uma rede elétrica flexível capaz de lidar com variações de geração. A construção de linhas de transmissão e a atualização da infraestrutura elétrica podem ser necessárias para acomodar a energia das marés de forma eficiente e confiável (NETO et al., 2011).

Por fim, outro desafio enfrentado pela energia das marés no Brasil é a conscientização e aceitação pública. A maioria das pessoas ainda não está familiarizada com essa fonte de energia renovável e pode ter preocupações quanto aos impactos ambientais e socioeconômicos dos projetos. É



essencial educar a população sobre os benefícios da energia das marés, bem como promover o diálogo e a participação pública para garantir o apoio necessário ao desenvolvimento desses projetos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na realização desta pesquisa bibliográfica, que teve como objetivo analisar os principais desafios e oportunidades para o Brasil como futuro potencial gerador de energia sustentável, é possível concluir que o país possui uma base sólida e favorável para o desenvolvimento de fontes renováveis nos próximos anos. A diversificação da matriz energética, com ênfase nas energias sustentáveis, apresenta-se como uma estratégia importante para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, aumentar a segurança energética e impulsionar o desenvolvimento sustentável.

A energia hidrelétrica desponta como uma fonte significativa na matriz energética brasileira, com um enorme potencial de aproveitamento, especialmente na região amazônica. A construção de novas usinas e o aproveitamento de pequenas centrais hidrelétricas podem contribuir para a estabilidade do sistema elétrico nacional, fornecendo energia limpa, renovável e de baixo custo. Contudo, tal energia enfrenta desafios relacionados à questão ambiental, variabilidade climática, grandes investimentos e burocracia.

A biomassa também se destaca como uma oportunidade relevante para o Brasil, que possui uma vasta quantidade de resíduos agrícolas e florestais. A expansão da utilização da biomassa para geração de energia contribuirá para o aproveitamento de resíduos, a redução de emissões e o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis. Como desafios, a energia de biomassa enfrenta obstáculos quanto à disponibilidade e logística de matéria-prima, sustentabilidade ambiental e competitividade econômica. É necessário investir em tecnologias avançadas, pesquisa e desenvolvimento para aumentar a eficiência e reduzir os impactos ambientais dessa fonte energética.

No campo da energia solar, o Brasil possui uma das melhores irradiações solares do mundo, especialmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. A disponibilidade abundante de radiação solar viabiliza a geração de energia solar fotovoltaica em larga escala, tanto em sistemas distribuídos como em geração centralizada. Os incentivos governamentais e os leilões de energia têm impulsionado o crescimento dessa fonte, que apresenta custos cada vez mais competitivos em relação às fontes convencionais de energia. No caso da energia solar, é preciso superar os desafios relacionados ao alto custo inicial, falta de conscientização, infraestrutura e regulamentação.

A energia eólica também apresenta grandes oportunidades para o Brasil, aproveitando a extensa costa e as regiões com ventos favoráveis, especialmente no Nordeste e Sul do país. Os leilões de energia eólica têm estimulado a expansão do setor, contribuindo para a diversificação da matriz energética e para o desenvolvimento econômico e social das regiões onde são instalados os parques eólicos. Porém,



a expansão da energia eólica requer planejamento eficiente, identificação de áreas adequadas, desenvolvimento de soluções de armazenamento e políticas regulatórias claras.

Por fim, destaca-se as oportunidades e desafios existentes em relação à energia da maré, a qual surge como uma oportunidade futura promissora para o Brasil, devido ao seu extenso litoral. A exploração dessa forma de energia ainda está em estágio inicial de desenvolvimento, mas apresenta potencial para diversificar a matriz energética, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e impulsionar o desenvolvimento tecnológico e industrial. No entanto, essa energia necessita de avanços tecnológicos, infraestrutura adequada e processos de licenciamento ambiental apropriados.

Em suma, enfrentar os desafios relacionados às energias sustentáveis nos próximos anos requer uma abordagem abrangente, que envolva a diversificação da matriz energética, aprimoramento tecnológico, investimentos em infraestrutura e regulamentação adequada. A busca por soluções sustentáveis e o desenvolvimento de um setor energético resiliente e eficiente são essenciais para garantir a segurança energética, reduzir os impactos ambientais e impulsionar o crescimento econômico do Brasil no contexto global.

A busca por soluções sustentáveis e o desenvolvimento de um setor energético resiliente e eficiente são essenciais para garantir a segurança energética, reduzir os impactos ambientais e impulsionar o crescimento econômico do Brasil no contexto global. Ao investir em energias sustentáveis, o país poderá reduzir sua dependência de combustíveis fósseis, mitigar as mudanças climáticas, melhorar a qualidade do ar e criar empregos verdes. Além disso, a transição para uma matriz energética mais limpa e diversificada pode atrair investimentos estrangeiros, impulsionar a inovação tecnológica e fortalecer a competitividade do país no cenário internacional.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. P. ,.; GUIMARÃES, M. O. A utilização de biogás como estratégia sustentável para a produção de energia: um estudo bibliográfico. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 8(8), 663–673, 2022.
- ALVES, J. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. *G&DR*, v. 6, n. 1, p. 165-188, jan-abr/2010.
- BARROSO, L. L. et al. Aspectos gerais sobre a viabilidade de instalação de Energia Eólica no Brasil. *Investigação, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.] , v. 11, n. 9, 2022.
- BONDARIK, R.; PILATTI, L. Z.; HORST, D. J. Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. *Interciencia*, vol. 43, núm. 10, 2018.
- CUNHA, E. A. A. et al. Aspectos históricos da energia eólica no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira De Energias Renováveis*, 8(4), 689-697, 2019.
- DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no Setor Elétrico. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2018.
- DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Santa Maria*, v. 19, n. 1, Ed. Especial, p. 70– 81, 2015.
- FERREIRA, W. L. S. Potenciais impactos ambientais de parques eólicos sobre morcegos no Extremo Sul do Brasil. *Anais – Congresso brasileiro de gestão ambiental*. 10,1-6, 2019.
- FISCHER, A. Avaliação do Potencial Energético de Correntes Oceânicas no Litoral Sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2014.
- FREIRE, L. Energias renováveis complementares: benefícios e desafios. Editora Lisboa, 2014.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. Editora Atlas, 2011.
- GOLDEMBERG J.; LUCON O. Energia e o meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 21, n. 59, 2007.
- JOURDA, F. *Pequeno Manual do projeto sustentável*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2016.
- KITAYAMA, O. Bioeletricidade, Perspectivas e Desafios. In: III Seminário Internacional do Setor de Energia Elétrica. GESESL/ IE/ UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.
- LANA, L. T. C. et al. Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. *Revista Engenharias Online*, v. 1, n. 2, 2015.
- LIMA, G. M. Fontes alternativas de energia. Londrina, Paraná. Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
- LOPES, M. C.; TAQUES, F. H. O desafio da energia sustentável no Brasil. *Cadernos de Economia*, v. 20 n. 36: Jan./Dez. 2016.



MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. Revista virtual de química, v. 7, n. 1, 2015.

NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. K. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. Cad. EBAPE.BR, v. 10, nº 3, artigo 9, Rio de Janeiro, Set. 2012.

NETO, J. et al. Evolução e perspectivas do setor eólico no Brasil: análise dos principais estados produtores. Revista em Agronegócio e Ambiente, 13(4), 1409-1432, 2020.

NETO, O. B. L. et al. Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 19 Nº 2, pp. 219- 232, 2011.

OLIVEIRA, R. M. Energias Oceânicas: arcabouço legal e entraves a serem superados para o desenvolvimento no Brasil. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Energia e Ambiente / CCET, Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2016.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. Barueri, 2009

SESMIL, E. L. F. Energia Maremotriz: Impactos Ambientais e Viabilidade Econômica No Brasil. Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras. Programa de PósGraduação Lato Sensu em Fontes Alternativas de Energia, 2013.

TABATABAEI, M.; GHANAVATI, H. Biogás: fundamentos, processo e operação. Springer, 2018.

TACHIZAWA, T. Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: estratégia de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2011

TOLMASQUIM, M. T. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica/Maurício Tiomno Tolmasquim (coord.). EPE: Rio de Janeiro, 2016.

UCZAI, P. Inevitável mundo novo: a relação entre energias renováveis, produção de alimentos e o futuro do planeta. Chapecó, 2009.