



UM PANORAMA GERAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

AN OVERVIEW OF RENEWABLE ENERGIES AND THEIR IMPORTANCE FOR ENERGY SUSTAINABILITY

DOI: 10.5281/zenodo.18166099



Iara da Silva Nascimento¹
Pedro Henrique da Silva Neves²
Aldeni Barbosa da Silva³
Janaina Moreira de Brito⁴
Renan Antônio da Silva⁵
Emerson Aparecido Augusto⁶

RESUMO

A crescente demanda por energia, aliada aos impactos ambientais associados ao uso intensivo de combustíveis fósseis, tem intensificado o interesse por fontes alternativas e sustentáveis de geração energética. Nesse contexto, as energias renováveis assumem papel estratégico na transição para uma matriz energética mais limpa e resiliente. O presente artigo teve como objetivo apresentar um panorama geral das energias renováveis por meio de uma revisão de literatura, abordando as principais fontes atualmente utilizadas, suas vantagens, desvantagens, níveis de eficiência energética e perspectivas futuras. São analisadas, de forma comparativa, fontes como a energia solar, eólica,

1Técnica em Sistemas de Energia Renovável. IFPB – Campus Esperança. E-mail: iara.nascimento@academico.ifpb.edu.br

2Técnico em Sistemas de Energia Renovável. IFPB – Campus Esperança. E-mail: silva.neves@academico.ifpb.edu.br

3Doutor em Agronomia (Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus II). Professor de Biologia do IFPB - Campus Esperança. E-mail: aldeni.silva@ifpb.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9454-7450>

4Graduada em Biologia (Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus II). E-mail: janaina.brito1@outlook.com

5Queen Mary University of London, Inglaterra. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1171-217X>

6Doutorando em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PPGCTS), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

hídrica, biomassa e geotérmica, considerando aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos. Os resultados da revisão indicam que as energias renováveis contribuem significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa, para a diversificação da matriz energética e para o fortalecimento da segurança energética. Contudo, também são identificados desafios relevantes, como a intermitência de algumas fontes, os custos iniciais de implantação, a necessidade de avanços tecnológicos em sistemas de armazenamento e a adaptação das infraestruturas energéticas existentes. A eficiência energética é destacada como elemento fundamental para potencializar os benefícios das fontes renováveis, permitindo melhor aproveitamento da energia gerada e redução de perdas ao longo do sistema. As perspectivas futuras apontam para um cenário promissor, impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, pela redução de custos, pela integração de diferentes fontes renováveis e pelo fortalecimento de políticas públicas voltadas à sustentabilidade. Conclui-se que o investimento contínuo em pesquisa, inovação e planejamento energético é essencial para consolidar as energias renováveis como base de um modelo energético sustentável e de longo prazo.

Palavras-chave: Energias renováveis; Sustentabilidade energética; Eficiência energética; Matriz energética.

ABSTRACT

The growing demand for energy, combined with the environmental impacts associated with the intensive use of fossil fuels, has intensified interest in alternative and sustainable sources of energy generation. In this context, renewable energies play a strategic role in the transition toward a cleaner and more resilient energy matrix. This article aims to present a general overview of renewable energies through a literature review, addressing the main sources currently in use, their advantages and disadvantages, levels of energy efficiency, and future perspectives. A comparative analysis is conducted of sources such as solar, wind, hydropower, biomass, and geothermal energy, considering technical, environmental, and socioeconomic aspects. The results of the review indicate that renewable energies contribute significantly to the reduction of greenhouse gas emissions, the diversification of the energy matrix, and the strengthening of energy security. However, relevant challenges are also identified, including the intermittency of certain sources, high initial implementation costs, the need for technological advances in energy storage systems, and the adaptation of existing energy infrastructures. Energy efficiency is highlighted as a fundamental element for maximizing the benefits of renewable sources, enabling better utilization of generated energy and the reduction of losses throughout the system. Future perspectives point to a promising scenario, driven by technological development, cost reductions, the integration of different renewable sources, and the strengthening of public policies aimed at sustainability. It is concluded that continuous investment in research, innovation, and energy planning is essential to consolidate renewable energies as the foundation of a sustainable, long-term energy model.

Keywords: Renewable energies; Energy sustainability; Energy efficiency; Energy matrix.

1. INTRODUÇÃO

Revista *OWL Journal*, Campina Grande – PB, v.4.n.1 jan/fev/mar. 2026 – ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

2/46



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



Atualmente, a matriz energética mundial depende amplamente de fontes não renováveis, como petróleo, gás natural e carvão, que são os principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) e representam sérios riscos à preservação ambiental. Pode-se afirmar que a principal ameaça à existência da raça humana sobre a Terra são as mudanças climáticas, causadas pelo uso descontrolado dessas fontes não renováveis para a produção energética. Além disso, o sistema energético mundial contribui para uma série de impactos ambientais graves, como derramamento de óleo, perda da biodiversidade, chuva ácida e poluição urbana (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Um dos grandes desafios para a sociedade neste século é garantir um futuro energético sustentável, devido a diversos fatores sociais, tecnológicos, econômicos e políticos inerentes ao progresso e à exploração de recursos naturais (HOSENUZZAMAN et al., 2015; LIU et al., 2022). Neste contexto, os temas relacionados à sustentabilidade e à eficiência energética não se limitam apenas à necessidade de suprir uma demanda energética adequada para atender às necessidades futuras, mas também à forma de fazê-lo em consonância com a preservação dos recursos naturais. É fundamental oferecer serviços básicos de energia renovável à população que ainda não tem acesso e minimizar os conflitos geopolíticos entre países em razão da alta demanda energética (GOLDEMBERG; CHU, 2010; ARAÚJO et al., 2022).

A busca pela redução dos impactos ambientais e sociais causados pelas fontes de energia tradicionais e pela preservação dos recursos naturais impulsionou a transição para fontes de energia alternativas de baixo impacto ambiental, conhecidas como energias renováveis. Em suas diversas formas, essas fontes derivam de recursos como o sol, os ventos, a força das marés, os rios, o calor da Terra e a biomassa. Diferentemente das fontes convencionais, as energias renováveis não prejudicam a natureza e têm conquistado espaço cada vez maior, competindo com as formas tradicionais de energia (AGUILAR et al., 2012; ARAÚJO et al., 2025).

Além de reduzirem drasticamente as emissões de gases de efeito estufa (GEE), as energias renováveis oferecem vantagens como a diversificação da matriz energética,





contribuindo para a segurança no fornecimento de energia, mesmo em situações de instabilidade política ou econômica. Elas também promovem um desenvolvimento sustentável, estimulando a inovação tecnológica e a criação de empregos em setores emergentes. Portanto, essas fontes garantem uma oferta de energia limpa e sustentável, capaz de atender às demandas crescentes da sociedade moderna.

O presente artigo teve como objetivo apresentar um panorama geral das energias renováveis por meio de uma revisão de literatura, abordando as principais fontes atualmente utilizadas, suas vantagens, desvantagens, níveis de eficiência energética e perspectivas futuras.

2. METODOLOGIA

Esse trabalho teve como método de pesquisa o de natureza exploratória, valendo-se de uma revisão bibliográfica, com o propósito de construir uma contextualização para a temática abordada e a análise das possibilidades presentes na literatura consultada para a concepção do referencial teórico da pesquisa (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014).

A pesquisa qualitativa baseia-se no exame de evidências fundamentadas em dados verbais e visuais, a fim de entender um determinado fenômeno. Dessa forma, seus dados surgem de coletas de forma sistemática (MENDONÇA; SOUZA, 2021).

Em relação ao tipo de pesquisa desta revisão de literatura, o trabalho enquadra-se como uma pesquisa explicativa, visto que, essa modalidade tem como objetivo central identificar os fatores que determinam ou contribuem para fenômenos ocorrentes na sociedade (GIL, 2002). De acordo com o mesmo autor, acerca dos procedimentos técnicos da elaboração da revisão de literatura, esse trabalho se classifica puramente como uma pesquisa bibliográfica, vez que, a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado.

Nesse tipo de produção, o material coletado pelo levantamento bibliográfico foi organizado por procedência, ou seja, fontes científicas (artigos, teses, dissertações) fontes de





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

divulgação de ideias (revistas, sites, vídeos, etc.) e a partir de sua análise permitiu a elaboração de ensaios que favoreceram a contextualização, problematização e uma primeira validação do quadro teórico a ser utilizado na investigação empreendida. Seguiu-se as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para organizar as referências e citações (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS

Por definição, uma Fonte de Energia Renovável (FER) é caracterizada por recursos que são considerados inesgotáveis dentro de uma escala temporal sustentável. Exemplos dessas fontes incluem a energia solar, eólica, hídrica, biomassa, geotérmica, maremotriz, etc. A utilização dessas energias é essencial para reduzir o impacto ambiental, promovendo um equilíbrio sustentável entre as necessidades energéticas humanas e a preservação dos recursos naturais (ECOAP, 2020).

As vantagens dessas fontes de energia incluem a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) ao substituir combustíveis fósseis, a capacidade de suprir as necessidades de áreas rurais, urbanas e industriais, além de impulsionar a criação de empregos em diversas etapas do processo de geração de energia, como montagem, instalação e manutenção. Além disso, as energias renováveis representam um meio para a diversificação da matriz energética mundial, reduzindo a dependência das fontes de origem fóssil (BOZIO, 2018).

3.2. PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

3.2.1. ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é proveniente da energia cinética presente nas massas de ar em movimento, sendo convertida em eletricidade por meio de turbinas eólicas (Figura 1). Essas





turbinas transformam a energia cinética de translação do vento em energia cinética de rotação, acionando um gerador elétrico (ANEEL, 2005). Os sistemas de geração podem ser conectados à rede elétrica ou operar de forma autônoma, com instalações em terra (onshore) ou no mar (offshore), utilizando turbinas de eixo horizontal ou vertical. A escolha do sistema mais adequado depende de fatores como velocidade dos ventos, localização, disponibilidade da rede, além do tamanho e altura das turbinas (BOZIO, 2018).

Como a previsão dos ventos é limitada a poucos dias, a energia eólica não consegue, sozinha, garantir um fornecimento contínuo de eletricidade. Por isso, é recomendável combiná-la com outras fontes renováveis, como a solar e a hidráulica, para assegurar estabilidade ao sistema. No Brasil, os investimentos em energia eólica aumentaram após avanços técnicos e incentivos governamentais. No primeiro semestre de 2015, houve um crescimento de 114% na produção em relação ao mesmo período de 2014, quando sua participação no Sistema Interligado Nacional ainda era pequena. Desde então, essa contribuição mais do que dobrou (TOLMASQUIM, 2016).

De acordo com o mesmo autor, a energia eólica é convertida em eletricidade por meio de aerogeradores, equipamentos compostos por três componentes principais: rotor, eixo e gerador (Figura 1). O rotor, formado pelas pás e pelo cubo, capta a energia do vento, que é transmitida pelo eixo ao gerador, responsável pela conversão em energia elétrica. Existem dois tipos básicos de aerogeradores quanto à orientação do eixo: vertical e horizontal. Os aerogeradores de eixo horizontal são os mais utilizados, geralmente com três pás, e podem ser projetados para operar contra o vento, exigindo um sistema ativo de orientação, ou a favor do vento, com alinhamento passivo (Figura 2). Já os aerogeradores de eixo vertical (Figura 3) funcionam com ventos de qualquer direção e apresentam dois modelos principais: Savonius, que utiliza a força de arrasto, com alto torque e baixa eficiência, e Darrieus, que opera com forças de sustentação, apresentando maior eficiência, mas com custo elevado devido ao tamanho das pás. Apesar de suas vantagens específicas, os modelos de eixo vertical são menos aplicados em parques eólicos devido às limitações como baixa eficiência e altos custos de fabricação.



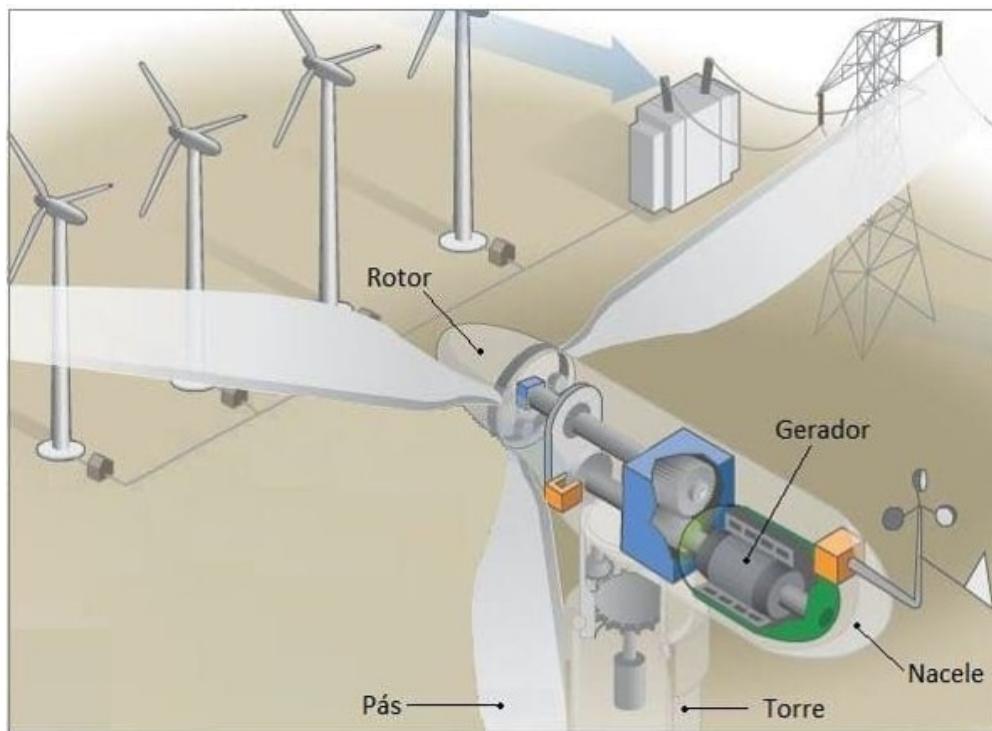


Figura 1. Turbina Eólica. Fonte: ECOS (2025).

A energia eólica onshore, também conhecida como energia eólica terrestre, é gerada a partir da força dos ventos em áreas localizadas em terra firme. Para isso, são implantados parques eólicos compostos por uma série de estruturas e equipamentos projetados para captar e converter a energia cinética do vento em eletricidade. Grandes aerogeradores que se assemelham a ventiladores gigantes são responsáveis por transformar o movimento do ar em energia mecânica por meio da rotação de suas pás. Esse movimento é transmitido a um gerador, que converte a energia mecânica em energia elétrica. Em seguida, essa eletricidade é adequada para o consumo e integrada à rede de distribuição, abastecendo residências, comércios e indústrias. Trata-se de uma forma eficiente, limpa e sustentável de aproveitar um recurso natural abundante com baixo impacto ambiental (IBERDROLA, 2025).



Figura 2. Aerogerador de eixo horizontal. Fonte: HUCKEBER (2025).

A energia eólica offshore, gerada em alto-mar, é uma tecnologia em expansão, com turbinas sendo instaladas cada vez mais longe da costa e em maiores profundidades. É especialmente adotada por países com pouco território terrestre e extensa faixa litorânea. Essa modalidade deve ser considerada complementar à geração onshore. Apesar dos custos elevados, apresenta vantagens como ventos mais constantes, menor turbulência e redução de impactos visuais e sonoros. Estudos realizados no Brasil apontam grande potencial na costa nordestina, sul e sudeste, com ventos entre 7 e 12 m/s e densidade média de 215 a 968 W/m² (ORTIZ; KAMPEL, 2011). A aplicação pode ocorrer em sistemas híbridos ou isolados, dependendo da finalidade e da infraestrutura local (SILVA; NUNES, 2021).

Por ser limpa e utilizar um recurso natural que se regenera, a energia eólica apresenta diversas vantagens. Entre elas, destacam-se a ausência de emissão de poluentes atmosféricos, a contribuição para a diversificação da matriz energética mundial, o bom custo-benefício em





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

comparação com outras fontes, e a geração de empregos nas regiões onde os aerogeradores são instalados. No entanto, a energia eólica também possui algumas desvantagens. Ela depende da constância dos ventos para funcionar de forma eficiente e gera poluição sonora devido ao ruído das turbinas. Além disso, a instalação dos aerogeradores pode causar alterações visuais na paisagem e impactos negativos no habitat de aves, afetando suas rotas migratórias. Por fim, a localização dos parques eólicos está limitada pelas características naturais do local, como clima, relevo e vegetação (CAMPOS, 2025).



Figura 3. Aerogerador de eixo vertical. Fonte: HUCKEBER (2025).

3.2.2. ENERGIA SOLAR

Revista *OWL Journal*, Campina Grande – PB, v.4.n.1 jan/fev/mar. 2026 – ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

9/46





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

A energia tornou-se elemento fundamental para desenvolvimento das atividades econômicas e influencia diretamente o padrão de vida das sociedades modernas. Com o crescimento populacional desenfreado e o aumento da urbanização de cidades, a partir de 1950, a humanidade passou a ter uma forte dependência energética e depende desta cada vez mais (BEZERRA, 2019).

Entre as opções de energias renováveis, o Brasil possui ampla disponibilidade de centrais eólicas, oceânicas, biomassa e energia solar fotovoltaica. Em relação à energia solar fotovoltaica, o Brasil possui localização geográfica particularmente favorável à sua utilização, inclusive com irradiação solar superior à maioria das nações desenvolvidas (PEREIRA et al., 2006).

A energia solar pode ser aproveitada através de dois tipos diferentes de usinas: fotovoltaica (Figura 4), que consiste em painéis fotovoltaicos instalados em uma área relativamente grande, geralmente feitos de silício, capazes de converter a irradiação solar diretamente em eletricidade e heliotérmica (Figura 5), voltada para a geração de eletricidade através do aquecimento de um fluido e funcionará de maneira semelhante à uma termelétrica convencional. Dessas duas, a tecnologia que tem se mostrado mais competitiva é a fotovoltaica (BOZIO, 2018).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

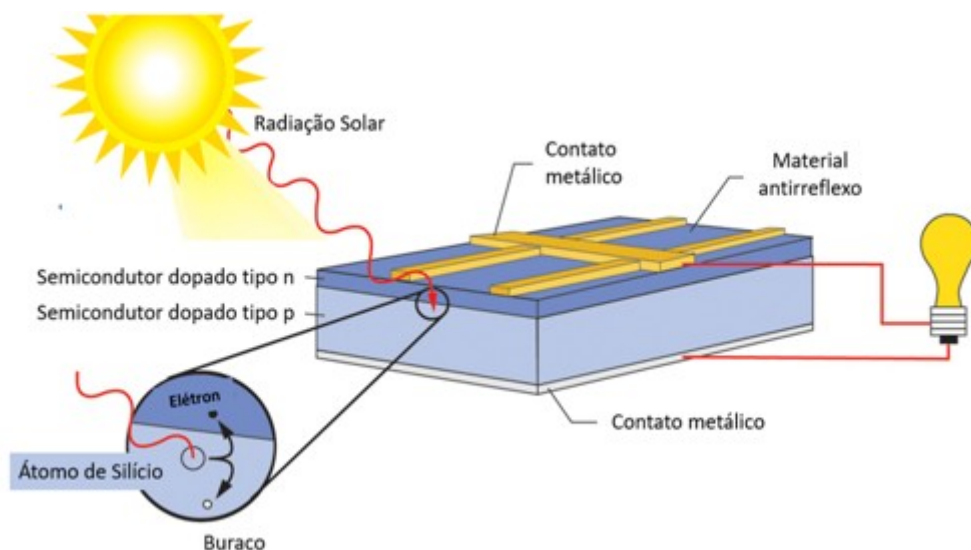


Figura 4. Esquema do efeito fotovoltaico no átomo de silício. Fonte: CARVALHO (2021).

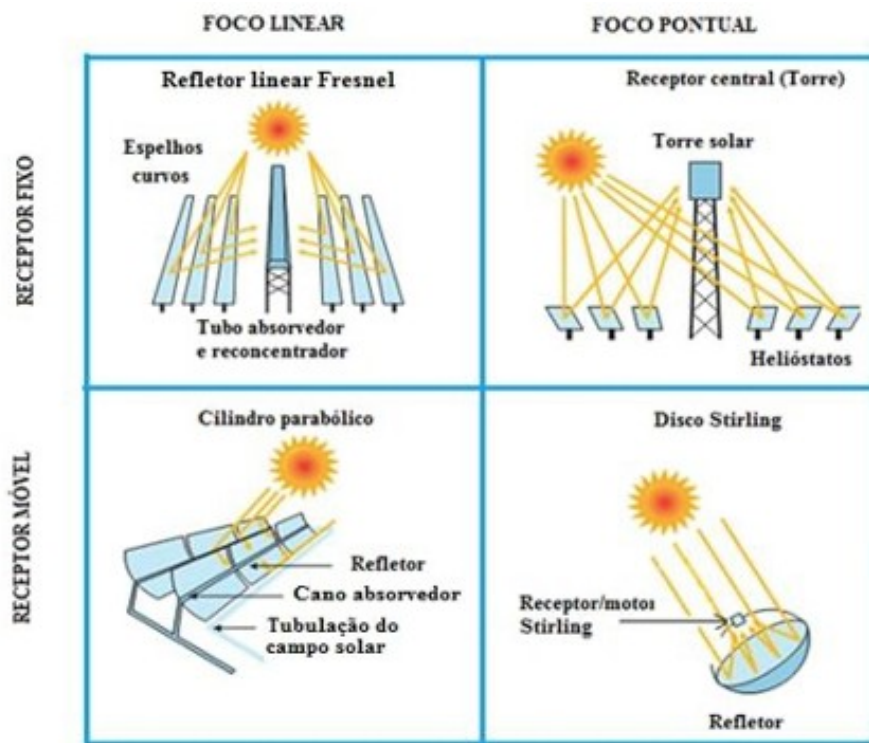


Figura 5. Famílias de tecnologia heliotérmica. Fonte: SORIA (2011).



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



A energia solar fotovoltaica tem se destacado no Brasil como uma solução estratégica para diversificar a matriz energética, impulsionada pela abundante incidência solar, especialmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. A eficiência dos sistemas fotovoltaicos nesses locais contribui significativamente para a expansão da geração distribuída, posicionando o país entre os líderes globais nesse setor. Em 2023, a capacidade instalada ultrapassou 20 GW, consolidando o papel da energia solar na transição energética brasileira e demonstrando seu potencial para impulsionar o desenvolvimento sustentável e a independência energética nacional (TERRA, 2024).

No cenário global, a energia solar também tem ganhado espaço como uma das principais fontes renováveis. A China lidera em capacidade instalada, com mais de 300 GW, seguida por países como Estados Unidos, Alemanha e Espanha, que investem fortemente nessa tecnologia. A redução dos custos dos painéis solares e o avanço das políticas de incentivo têm impulsionado essa transição em diversas partes do mundo. Com melhorias na eficiência dos sistemas e maior conscientização ambiental, a energia solar continua a se consolidar como uma alternativa viável para garantir um futuro energético mais sustentável (TERRA, 2024).

Ademais, a energia solar apresenta inúmeras vantagens em comparação com outras fontes de energia. Além de ser uma alternativa sustentável, com baixas emissões de gases de efeito estufa, ela é abundante e sua tecnologia está em constante evolução, tornando a produção cada vez mais acessível e eficiente. O setor também impulsiona a economia, gerando milhões de empregos em todo o mundo, especialmente na Ásia, onde há forte demanda e produção de equipamentos solares. Mesmo com oscilações no investimento, a energia solar continua a expandir suas aplicações e sua relevância global (BOZIO, 2018).

Infere-se, portanto, que a geração de energia solar está em ascensão tanto no Brasil quanto globalmente, refletindo uma mudança significativa em direção a fontes de energia renovável. Este movimento é sustentado por avanços tecnológicos, incentivos econômicos e uma crescente conscientização ambiental, posicionando a energia solar como um pilar fundamental da futura matriz energética mundial (TOLMASQUIM, 2016).





3.2.3. ENERGIA DA BIOMASSA

Atualmente, a bioenergia se destaca por seu potencial de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, ainda que não solucione integralmente a crise energética. A biomassa — matéria-prima acessível e rica em energia — é considerada uma das poucas fontes capazes de viabilizar a produção energética em larga escala de forma sustentável. O aumento da sua demanda está ligado tanto à limitação dos combustíveis fósseis quanto aos impactos ambientais por eles causados, como o aquecimento global. No Brasil, o setor de bioenergia tem avançado significativamente, impulsionado por fatores como clima favorável, disponibilidade hídrica e potencial para cultivo de espécies energéticas sem afetar a produção de alimentos. Além disso, o uso de tecnologias de conversão e o aproveitamento de resíduos agrícolas tornam a biomassa uma fonte estratégica, renovável e de fornecimento contínuo, diferente de fontes intermitentes como a solar e a eólica (MARAFON et., al, 2016).

Dentre esses processos, a combustão é o método mais comum, pois queima a biomassa para gerar calor e eletricidade, após reduzir sua umidade. Além disso, a pirólise aquece a biomassa em baixa oxigenação, produzindo carvão e gases combustíveis. Outra alternativa é a gaseificação, que transforma a biomassa em gás de síntese (syngas), usado para gerar energia. No campo bioquímico, a fermentação alcoólica converte açúcares em etanol, sendo especialmente importante na produção de combustível a partir da cana-de-açúcar no Brasil. Já a digestão anaeróbica, realizada por bactérias em ambiente sem oxigênio, gera biogás que pode ser utilizado para energia e fertilizantes. Adicionalmente, é possível extrair óleo de sementes para uso como combustível diesel. Apesar do potencial da biomassa, o investimento nessa fonte energética enfrenta desafios devido à volatilidade dos preços da energia. Consequentemente, no Brasil, a maior parte da energia ainda provém de combustíveis fósseis e hidrelétricas, que representam cerca de 65% do consumo (MANTOVANI et., al 2022).

Os biocombustíveis desempenham um papel fundamental na transição energética ao viabilizar o uso de fontes renováveis em diversos setores da economia. Podem ser classificados como sólidos, líquidos ou gasosos, conforme sua forma física e aplicação. Os





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

biocombustíveis sólidos, popularmente conhecidos como biomassa, são amplamente utilizados em sistemas de aquecimento de ambientes e de águas, inclusive em piscinas. Os líquidos, como o biodiesel e o bioetanol, possibilitam a substituição parcial ou total dos combustíveis fósseis nos transportes, além de poderem ser utilizados para aquecer edificações. Já os gasosos, como o biogás, oferecem alternativas sustentáveis aos combustíveis convencionais, como o gás natural e o gás liquefeito de petróleo, podendo ser aplicados tanto em sistemas de aquecimento como na geração de energia elétrica (ECO.AP, 2019).

No Brasil, a energia da biomassa consolida-se como uma fonte energética promissora, apoiada pelas condições naturais favoráveis e por programas estruturados para seu desenvolvimento sustentável. Essa fonte contribui para reduzir a dependência de combustíveis fósseis, diversificar a matriz energética e garantir o suprimento contínuo de energia. Além disso, substitui combustíveis fósseis, diminuindo emissões atmosféricas e trazendo benefícios à saúde e ao meio ambiente. A geração de empregos, desde a produção agrícola até os processos industriais, é mais intensa em comparação a outras fontes de energia. Contudo, para expandir o uso da biomassa moderna, é necessário superar barreiras econômicas por meio de políticas públicas que incentivem sua implantação, garantindo um futuro sustentável e eficiente para essa fonte renovável (COSTA; BARROS, 2019).

O Brasil tem buscado ampliar a participação da biomassa na matriz energética por meio de políticas públicas e incentivos governamentais. O Governo Federal promove leilões de energia voltados às fontes alternativas e, desde 2004, com a reestruturação do setor elétrico, a biomassa tem ganhado destaque. Atualmente, há 517 usinas termelétricas a biomassa em operação, com potência instalada próxima de 14 GW. A biomassa da cana-de-açúcar, principalmente o bagaço, é o principal combustível utilizado em 394 dessas usinas, somando cerca de 11 GW. Além disso, também há termelétricas que utilizam lixo, resíduos florestais, como cavaco e serragem, e alto-fornos que empregam carvão vegetal no setor siderúrgico, diversificando as fontes de biomassa (TOLMASQUIM, 2016).

Em síntese, a biomassa apresenta diversas vantagens como fonte de energia renovável, o que reforça seu papel no cenário energético mundial. As instalações de combustão, com o





uso de tecnologias adequadas e normas reguladoras, emitem poucos poluentes, podendo reduzir as dioxinas em até 99,9%. É considerada uma das fontes renováveis mais promissoras devido à sua origem natural, diversidade e possibilidades tecnológicas de conversão. Atualmente, já representa a principal fonte de energia renovável no mundo e possui grande potencial de expansão na geração de eletricidade, calor e combustíveis. Quando implantada de forma adequada, a bioenergia contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, melhora a segurança energética ao substituir combustíveis fósseis importados por biomassa local e promove benefícios econômicos e sociais, especialmente em comunidades rurais. Além disso, sua aplicação pode transformar a realidade de populações isoladas e pequenos produtores, que passam a ter autonomia energética, geração de renda e acesso a avanços tecnológicos sustentáveis (BOZIO, 2018).

De acordo com o mesmo autor, a Biomassa apresenta algumas desvantagens importantes que precisam ser consideradas para garantir a sustentabilidade do seu uso. Sua produção em larga escala pode levar ao desmatamento e causar impactos negativos no solo, principalmente quando associada a práticas de monocultura. Além disso, pode competir com a agricultura de alimentos, gerando um conflito entre a produção de energia e a segurança alimentar. Outro desafio é o alto investimento inicial necessário para a instalação de usinas e tecnologias adequadas. Quando mal gerenciada, a biomassa também pode gerar emissões poluentes. A logística de coleta, transporte e armazenamento da matéria-prima é complexa e pode elevar os custos. Esses fatores devem ser avaliados para que a biomassa seja utilizada de forma realmente sustentável.

3.2.4. ENERGIA HIDRELÉTRICA

No Brasil, a forma de energia renovável mais aproveitada é a energia presente nas quedas d'água, utilizada pelas usinas hidrelétricas. Este tipo de usina aproveita-se das energias potencial e cinética armazenadas, ou seja, as energias devido à elevação da queda d'água e à velocidade do fluxo de água, respectivamente (ROMARO et al., 2018).



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



Nessa linha de raciocínio, segundo o (MME, 2007), a hidreletricidade destaca-se como a forma mais eficiente de produção de energia elétrica, superando outras alternativas há bastante tempo. Isso se deve, principalmente, ao alto desempenho dos circuitos hidráulicos e do grupo turbina-gerador, que hoje já alcançam rendimentos superiores a 92%. As perdas no processo de conversão são mínimas e concentradas nesses componentes, tornando improvável que ocorram avanços significativos em eficiência nesse setor. Por essa razão, ao contrário do que ocorre com a geração termelétrica, não se espera que, até 2030, haja melhorias expressivas na eficiência da conversão de energia nas usinas hidrelétricas, conforme apontam os estudos do Plano Nacional Energético de longo prazo.

Com efeito, a energia hidrelétrica representa aproximadamente 87% da eletricidade gerada no Brasil, consolidando o país como o segundo maior produtor mundial dessa fonte energética, atrás apenas da China. A implementação de uma usina hidrelétrica requer investimentos significativos, além de envolver longos períodos de construção e implicações socioambientais consideráveis. Por conseguinte, devido à expressiva disponibilidade hídrica do território brasileiro, esse modelo de geração continua sendo viável. Ademais, uma vez concluída a obra, os impactos ambientais tendem a ser reduzidos ao longo da operação da usina, o que reforça a atratividade da hidrelétrica como uma fonte renovável e estratégica para o sistema elétrico nacional (CUSTÓDIO et al., 2022).

O vasto potencial hidrelétrico do Brasil tem sido aproveitado ao longo dos anos por meio da construção de grandes usinas hidrelétricas, que representam uma oportunidade de transformar energia hidráulica em energia elétrica. Contudo, ao considerar a construção de uma usina hidrelétrica, é necessário avaliar os impactos ambientais envolvidos e os equipamentos necessários para garantir uma fabricação eficiente de energia. Isso envolve a busca por alternativas de baixo custo, a fim de promover a sustentabilidade e o funcionamento adequado das usinas (LIMA et al., 2023).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2012), as hidrelétricas são classificadas em: usinas com reservatório de acumulação, usinas a fio d'água e usinas hidrelétricas reversíveis (Figuras 6, 7, e 8). Os dois primeiros tipos podem ser combinados dentro de um mesmo rio, formando sistemas de cascata onde os reservatórios de acumulação auxiliam na gestão dos recursos hídricos. A figura 9 apresenta um esquema com os componentes básicos de uma usina hidrelétrica reversível.

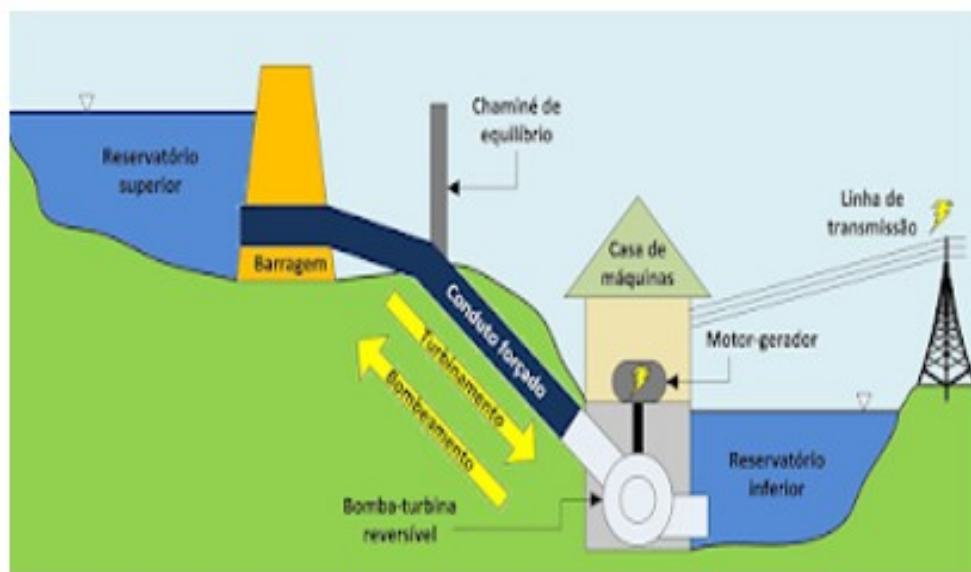


Figura 6. Esquema de uma usina hidrelétrica reversível. Fonte: MENDES (2016).



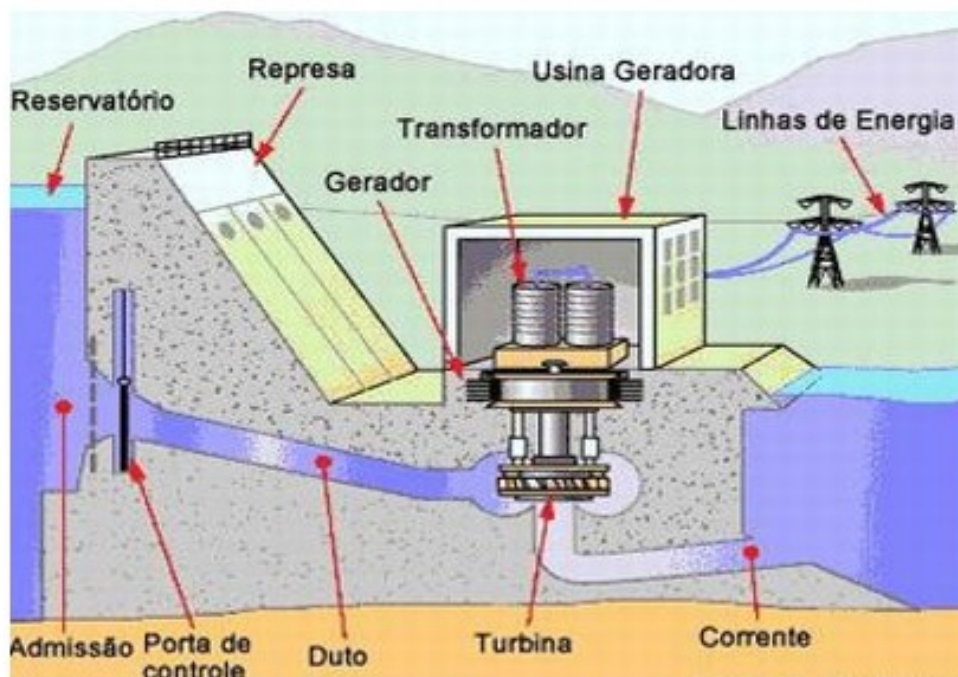


Figura 7. Esquema de uma usina com reservatório. Fonte: DAL MORO (2011).

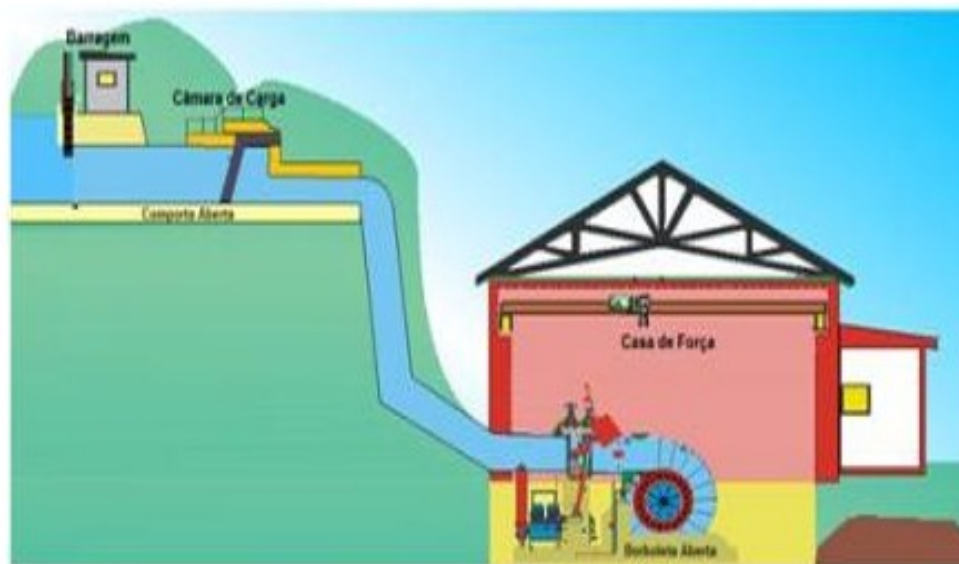


Figura 8. Esquema de uma usina fio d'água. Fonte: MELLO (2010).

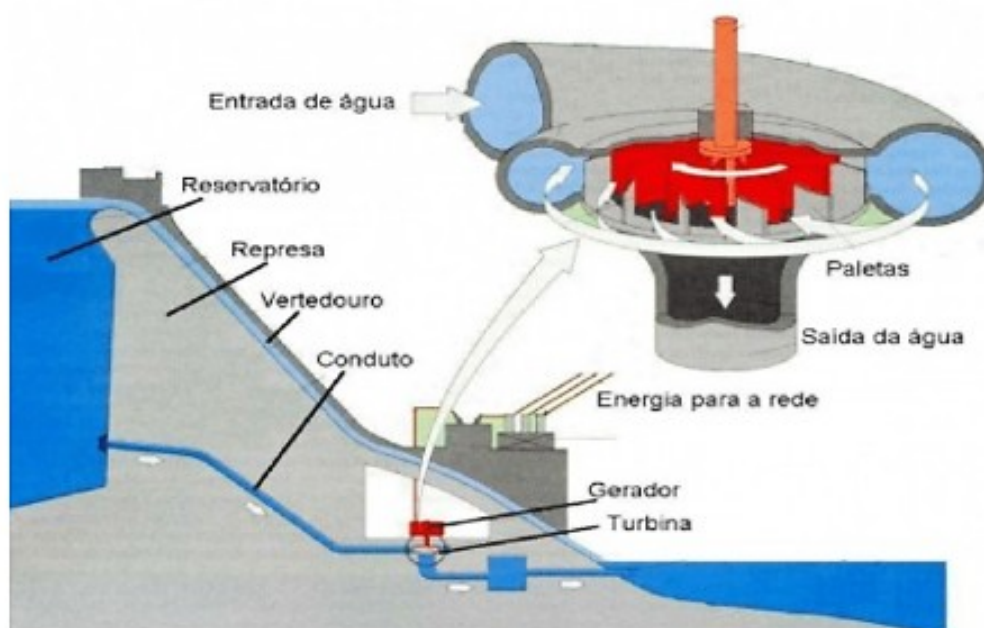


Figura 9. Funcionamento de uma usina hidrelétrica com barragem. Fonte: INFOESCOLA (2025).

As Usinas Hidrelétricas de Grande Porte (UHE), caracterizadas por possuírem grandes reservatórios, demarcam uma capacidade instalada de mais de 30 MW, característica que lhes possibilitam operar por algum tempo em período de estiagem. Como alternativa às UHE nos períodos de cheia – época em que as centrais operam com o fio d'água – as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) entram em funcionamento gerando a capacidade dos grandes reservatórios armazenarem elevados níveis de água e com isso, quando entrar o período de estiagem, às UHE podem funcionar com capacidade plena, já que nesse mesmo período os pequenos reservatórios das PCHs ficam incapazes de gerar energia. Em suma, essa complementação entre os dois tipos de Hidrelétricas é extremamente importante para manter a geração contínua, não atingindo o consumo e desenvolvimento do país, além do fato que as PCHs atribuem uma complementação das cargas oferecidas a pequenos centros urbanos e regiões rurais (ABRAPCH, 2014).



As usinas hidrelétricas com funcionamento a fio d'água, também conhecidas com Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), funciona com a mesma base de uma usina hidrelétrica convencional, no entanto essa se provou mais ambientalmente viável por se tratar de uma usina de menor porte, necessitando assim, que uma menor área seja inundada, e por conseguinte causando menor impacto socioambiental (CUSTÓDIO et al., 2022). Já as usinas com reservatório ou de barragem, é uma construção destinada a barrar um curso d'água e proporcionar a formação de um reservatório, criando com isso um desnível entre montante e jusante, para o acionamento de turbinas hidráulicas (SILVA, 2014).

As Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHER), também conhecidas como de armazenamento por bombeamento de água ou acumulação hidráulica, consiste no bombeamento de água desde um reservatório inferior para um reservatório superior durante períodos de pequena carga utilizando energia extra de qualquer outra fonte geradora do sistema, utilizando esta água armazenada para movimentar as turbinas hidráulicas na geração de eletricidade nas horas de demanda máxima (CANALES et al., 2015).

Em síntese, conforme postula (ROMARO et al., 2018), o funcionamento das usinas hidrelétricas envolve um processo bem estruturado de conversão de energia. Inicialmente, a água é captada e direcionada por tubulações até as turbinas, onde sua energia potencial e cinética impulsiona a movimentação desses equipamentos. A rotação das turbinas é então transferida para os geradores elétricos, que convertem a energia mecânica em energia elétrica.

3.2.5. ENERGIA GEOTÉRMICA

A energia geotérmica destaca-se como uma das formas mais limpas e sustentáveis de geração de energia disponível. Caracterizada por sua baixa emissão de poluentes atmosféricos, essa fonte alternativa vem crescendo significativamente em várias regiões do mundo, impulsionada pelo desenvolvimento tecnológico e pela busca por alternativas aos combustíveis fósseis e nucleares (RABELO et al., 2002).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

A princípio, a energia geotérmica é proveniente do calor armazenado nas camadas subterrâneas da Terra, especialmente em reservatórios de água quente, vapor e rochas aquecidas. Essa fonte energética pode ser aproveitada de forma semelhante a outros sistemas de aquecimento e geração de vapor (BOZIO, 2018).

A geração de energia elétrica pode ser realizada das seguintes formas: sistemas de vapor seco; sistemas de vapor úmido; ciclo binário. Nas plantas de vapor seco, a reserva de água é muito baixa e o vapor abundante. Esse vapor é então entubado em uma central, com alta pressão, sendo capaz de movimentar as turbinas do gerador com excepcional força, tornando-se assim uma fonte eficiente na geração de eletricidade. Nas plantas de vapor úmido, é utilizado um reservatório de água como fonte quente. O líquido é encaminhado do poço à superfície e por meio de pressão se converte em vapor, movendo as turbinas. Nas plantas de ciclo binário, é utilizada a central binária, que transfere o calor da água geotérmica para qualquer outro fluido refrigerante de trabalho, que circula em um circuito fechado, convertendo-o em vapor e movendo as hélices da turbina. Assim, as plantas do ciclo binário podem operar utilizando água a médias temperaturas - em torno de 107°C (CAMPOS et al., 2017).

Outrossim, a energia geotérmica funciona a partir do calor proveniente do interior da Terra, onde as temperaturas podem variar entre 2.000 °C e 6.000 °C. Esse calor é gerado por processos como as correntes de convecção do magma, a intrusão magmática e o decaimento radioativo, que transferem energia térmica para as rochas e os corpos d'água subterrâneos, como os aquíferos. A principal aplicação da energia geotérmica é a geração de eletricidade em usinas geotérmicas, que geralmente são construídas em regiões com alta atividade geotérmica, próximas a fontes naturais de vapor ou água superaquecida. Para isso, são perfurados poços de extração que permitem a liberação do vapor ou da água quente para a superfície. A água aquecida pode emergir naturalmente por meio de gêiseres, saídas de vapor, minas ou lagos termais. Esse vapor é então direcionado para turbinas que geram eletricidade, como exposto na figura 10. Além da produção de energia elétrica, a energia geotérmica também pode ser usada para aquecer ambientes e em processos industriais (Figura 10) (GUITARRARA, 2025).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

A energia geotérmica representa uma importante fonte renovável na matriz energética de diversos países, como Islândia, El Salvador, Nova Zelândia, Quênia e Filipinas, sendo responsável por uma parcela significativa da geração de eletricidade — chegando a suprir até 90% da demanda por aquecimento na Islândia. Em 2015, foram produzidos cerca de 80,9 TWh a partir dessa fonte, representando aproximadamente 0,3% da geração elétrica global, com destaque para os Estados Unidos, Filipinas e Indonésia como líderes em capacidade instalada. O crescimento mundial na adoção da energia geotérmica é evidente, com um aumento de 26% na capacidade instalada entre 2010 e 2016, atingindo 12,7 GW (IRENA, 2017). No entanto, o cenário brasileiro é distinto, visto que as temperaturas subterrâneas são relativamente baixas, limitando o uso da energia geotérmica a atividades recreativas, como em balneários e estâncias hidrotermais (ARBOIT et al., 2013).

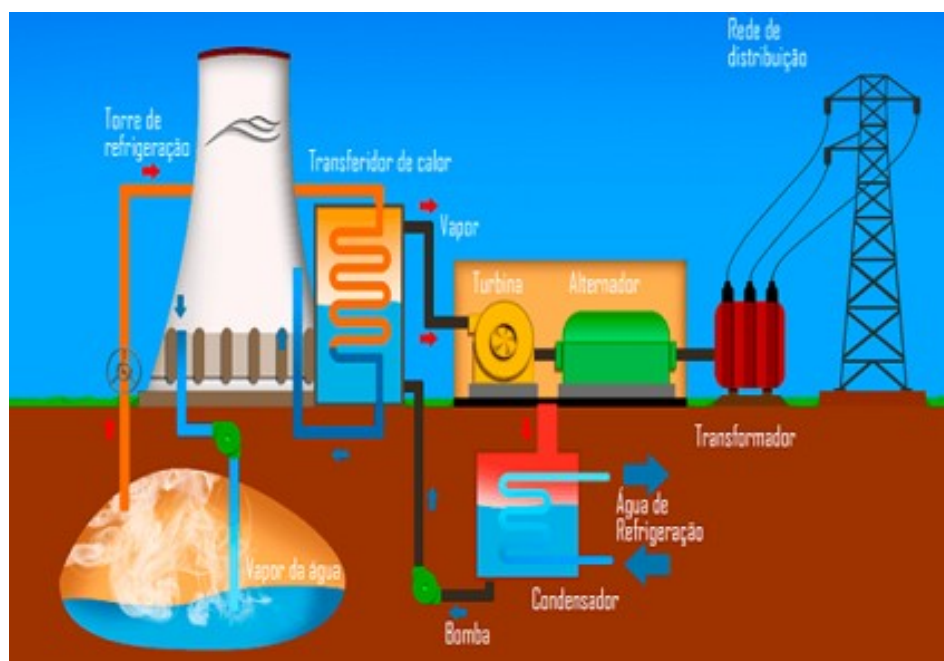


Figura 10. Energia geotérmica: como funciona. Fonte: PETROSOLGAS (2023).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Infere-se, portanto, que a energia geotérmica é considerada uma energia limpa por ser uma fonte sem emissão de poluentes nocivos, além de apresentar capacidade de operar continuamente, sem estar sujeita às condições meteorológicas, ao contrário da energia solar e eólica, por exemplo, que demandam condições climáticas favoráveis para a geração de energia. Ademais, cabe destacar a vantagem de reutilizar o fluido extraído, reinjetando-o na crosta terrestre, o que torna o recurso geotermal uma fonte renovável de energia. Além disso, a inserção da energia geotérmica na matriz energética reduz custos com a exploração e utilização de outras fontes, como o carvão mineral e o petróleo, por exemplo, e contribui para a sustentabilidade (CAMPOS et al., 2017).

Todavia, a exploração da energia geotérmica a partir das usinas, apresenta desafios ambientais específicos. Por ser utilizada próxima ao campo geotérmico, o impacto ambiental tende a ser localizado, mas ainda assim relevante. Entre os principais problemas estão a liberação de gases como o H₂S, que, mesmo em baixas concentrações, pode causar desconforto e, em níveis elevados, representar sérios riscos à saúde; a poluição da água pela presença de metais tóxicos como arsênio e mercúrio nos fluidos descartados; o desmoronamento do solo causado pela extração de grandes volumes de fluidos subterrâneos; a poluição sonora proveniente das etapas de perfuração e operação das usinas; e a poluição térmica gerada pela rejeição de calor na atmosfera. Além disso, eventos catastróficos como rupturas de equipamentos e indução sísmica devem ser monitorados, embora técnicas de reinjeção possam mitigar parte desses efeitos (FREITAS; FREITAS, 2009).

3.2.6. ENERGIA MAREMOTRIZ

Indubitavelmente, os oceanos ocupam aproximadamente 71% da superfície do planeta e representam uma fonte energética em constante atividade. Essa imensa massa de água está sempre em movimento, impulsionada por diferentes forças da natureza: os ventos, que geram ondas que frequentemente ultrapassam cinco metros de altura; as correntes oceânicas,





responsáveis por transportar enormes volumes de água ao redor do globo; e a atração gravitacional exercida pela Lua e pelo Sol, que dá origem às marés (DÁRIO et al., 2013).

As marés, fonte principal para produzir energia elétrica a partir das usinas maremotriz, são movimentos oscilatórios do nível do mar observados tanto na linha de costa quanto na região oceânica, resultantes da interação entre a maré astronômica e a maré meteorológica. O principal componente da maré observada é a maré astronômica, causada majoritariamente pela resultante gravitacional do sistema Sol–Terra–Lua, o qual depende diretamente das massas dos corpos celestes e inversamente do cubo da distância entre eles (TOLMASQUIM, 2016).

Existem três tipos principais de usinas destinadas ao aproveitamento da energia maremotriz: as usinas de maré vazante, de maré enchente e as híbridas, que combinam os dois processos. A usina de maré vazante é a mais simples, funcionando através do acúmulo de água durante a maré alta e liberando-a durante a maré baixa; essa liberação movimentava turbinas e gera energia a partir da queda d'água. Já a usina de maré enchente aproveita a elevação do nível do mar na maré cheia, permitindo a entrada de água por uma passagem inferior com turbinas que geram energia a partir do fluxo ascendente. As usinas híbridas, por sua vez, utilizam tanto o fluxo da maré enchente quanto da maré vazante, otimizando a produção de energia ao longo de todo o ciclo de marés. Quando o processo de geração ocorre apenas em uma das fases, enchente ou vazante, é denominado de efeito simples; já quando ambos os fluxos são aproveitados, o sistema é chamado de efeito duplo (LEITE NETO et al., 2011).

A geração de energia maremotriz depende diretamente da tecnologia empregada, sendo os métodos mais comuns as barragens de maré, turbinas submersas e sistemas de lagoa de maré. As barragens de maré consistem na retenção da maré alta em áreas de armazenamento, liberando posteriormente a água através de turbinas para gerar eletricidade, embora eficiente, essa técnica pode causar impactos significativos ao ecossistema marinho (Figura 11). Já as turbinas submersas funcionam de forma similar às turbinas eólicas, aproveitando a energia cinética das correntes de maré com menor invasividade, podendo ser instaladas em diversos locais desde que haja fluxo adequado (Figura 12). Os sistemas de lagoa





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

de maré, por sua vez, envolvem a criação de reservatórios artificiais isolados do mar, onde o movimento da água durante as marés aciona turbinas e gera energia (Figura 13) (BARABAN, 2025).



Figura 11. Barragem de maré. Fonte: NOVA ENERGIA (2025).



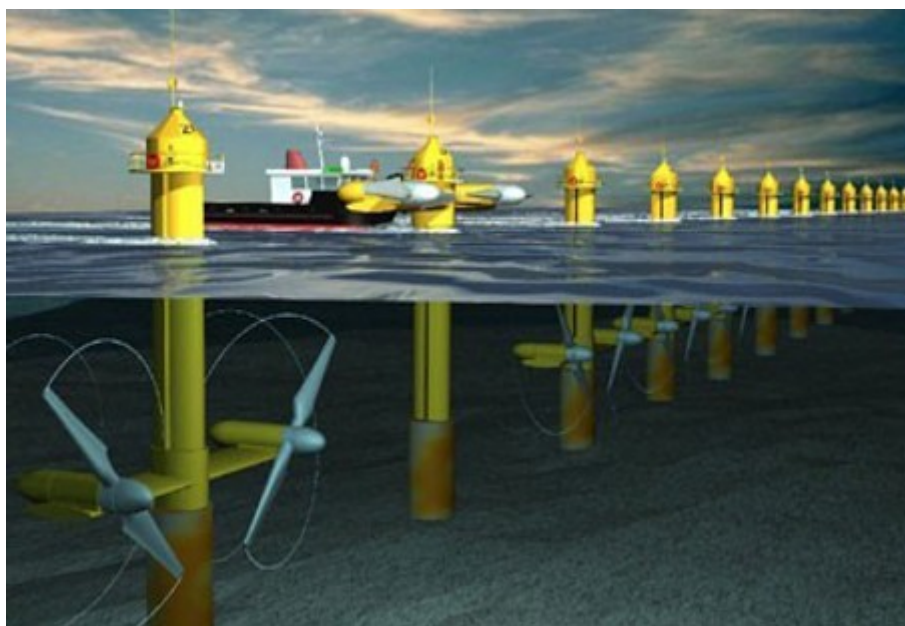


Figura 12. Turbinas Submersas. Fonte: COPPE (2025).



Figura 13. Sistema de lagoa de maré. Fonte: WEAMEC (2025).

REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



Embora já amplamente empregada em países como Japão, França, Coreia do Sul, Inglaterra e Estados Unidos, com destaque para instalações significativas no Havaí, ainda representa uma fração modesta da matriz energética global, com apenas 0,5 GW de capacidade em operação e cerca de 1,7 GW em fase de construção (WEC, 2016).

A principal forma de aproveitamento da energia das marés consiste na instalação de turbinas em barragens construídas estrategicamente em regiões costeiras. Nesse sistema, o movimento periódico das marés provoca um desnível entre os lados da barragem, criando condições ideais para a movimentação das turbinas, princípio semelhante ao adotado em usinas hidrelétricas. Um exemplo emblemático dessa tecnologia é a usina maremotriz de La Rance, na França. Para que esse método seja viável, é necessário não apenas que a região apresente grandes amplitudes de maré, mas também uma morfologia favorável ao represamento de água, como ocorre em estuários, comuns no litoral norte do Brasil (LEITE NETO et al., 2011).

O Brasil possui grande potencial para a captação de energia a partir das ondas do mar, graças à sua extensa faixa litorânea de 7.300 quilômetros. Essa característica geográfica favorece o aproveitamento dos recursos oceânicos. Além disso, o país conta com uma importante vantagem: a experiência adquirida em tecnologias de águas profundas, desenvolvida durante a exploração das bacias petrolíferas do pré-sal, o que pode ser decisivo na implementação de sistemas eficientes de energia oceânica (FLORÊNCIO; TRIGOSO, 2020). No entanto, no Brasil, esse tipo de tecnologia encontra-se em estágio inicial, sendo a Usina de Porto de Pecém, no município de São Gonçalo do Amarante (CE), o único empreendimento em funcionamento. Com potência de 50kW, esta instalação é gerida pela Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará, evidenciando o interesse nacional no aproveitamento de fontes renováveis e sustentáveis de energia (BOZIO, 2018).

Embora pouco utilizada, a energia maremotriz apresenta características promissoras para a geração elétrica sustentável. Sua previsibilidade se deve ao fato de estar diretamente relacionada aos ciclos das marés, que são geradas por fenômenos astronômicos, possibilitando precisão nos horários de geração. Apesar da escassez de usinas maremotrizes em





funcionamento ao redor do mundo, os sistemas já desenvolvidos demonstraram confiabilidade e podem ser replicados com segurança em regiões que apresentem potencial para esse tipo de aproveitamento. Destaca-se ainda o caráter ambientalmente vantajoso dessa fonte, que não envolve emissão de gases poluentes, contaminação hídrica ou geração de resíduos sólidos, além de utilizar um recurso primário considerado infinito — o movimento das marés (LEITE NETO et al., 2011).

Assim como as outras formas de geração de energia, a energia maremotriz também causa impactos ambientais, sociais e/ou econômicos. Para a construção e operação de uma usina maremotriz é crucial que se tenha um cuidado adequado com relação aos estuários, pois a instalação pode resultar em efeitos diretos sobre o ecossistema local e causar algumas modificações nas características naturais do ecossistema (GONÇALVES et al., 2008).

Diante desse cenário, como exemplo de impactos podemos mencionar as mudanças no padrão das marés e correntes, durante a construção e operação da usina, onde causam sedimentação, assim como a aumento da salinidade e perda da qualidade da água que acabam sendo modificadas, também causando impactos na vida silvestre, de peixes e aves migratórias, podendo ocorrer também o deslocamento de pessoas que habitam o local (SANTOS; MOREIRA, 2015).

3.2.7. ENERGIA DO HIDROGÊNIO

O hidrogênio verde, também chamado de hidrogênio renovável, representa uma solução tecnológica promissora para a transição energética e a descarbonização do planeta. Como elemento mais abundante do universo, o hidrogênio pode ser obtido de forma sustentável por meio da eletrólise da água utilizando fontes renováveis de energia. Esse processo consiste na decomposição das moléculas de H₂O em oxigênio (O₂) e hidrogênio (H₂), promovida pela passagem de corrente elétrica contínua entre dois eletrodos submersos em água mineralizada, que contém sais e minerais necessários à condução elétrica. A atração





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

entre os íons e os eletrodos de cargas opostas resulta na dissociação dos elementos, permitindo a geração do hidrogênio de forma limpa e eficiente (BARROSO et al., 2021).

O gás hidrogênio (H_2) é o elemento mais simples e leve da tabela periódica, composto por dois átomos de hidrogênio ligados por uma ligação covalente. Por sua simplicidade e abundância, representa cerca de 75% do conteúdo do universo. Na Terra, aproximadamente 90% de suas moléculas estão presentes em estruturas orgânicas como proteínas dos seres vivos e na composição da água. Estudos indicam que cerca de 70% da superfície terrestre é formada por hidrogênio em diversas formas, evidenciando sua importância química e ecológica (LARA; RICHTER, 2023).

Diante desse contexto, segundo a Comissão Europeia (2020), os combustíveis sintéticos derivados do hidrogênio, como o diesel sintético para veículos automotivos e o querosene sintético utilizado na aviação, apresentam diversas aplicações industriais, incluindo a produção de fertilizantes e compostos químicos. A depender da matéria-prima empregada no processo, os níveis de emissão de gases de efeito estufa (GEE) podem variar significativamente. Esse combustível também pode ser produzido a partir do biogás ou por conversão da biomassa, desde que essas fontes respeitem os critérios de sustentabilidade, posicionando o hidrogênio verde como uma alternativa promissora para a transição energética e a redução das emissões atmosféricas.

São variadas as aplicações práticas do Hidrogênio: utilizado como combustível, como depósito de energia, aplicações estacionárias e produção de amoníaco e metanol, conforme ilustrado na figura 14. De maneira móvel, o Hidrogênio pode ser utilizado como combustível sem que polua o ar, já que não gera gases quando é queimado, apenas água, sendo incomparável ao gás natural, petróleo ou carvão, os quais são extremamente poluentes, esta vantagem torna o Hidrogênio principal alternativa ao uso em transportes e na indústria. A atuação do H₂V seria de excelência aplicada em situações móveis como em carros de passeio, transportes públicos, caminhões, navios e até mesmo em aviões (CARVALHO et al., 2021).



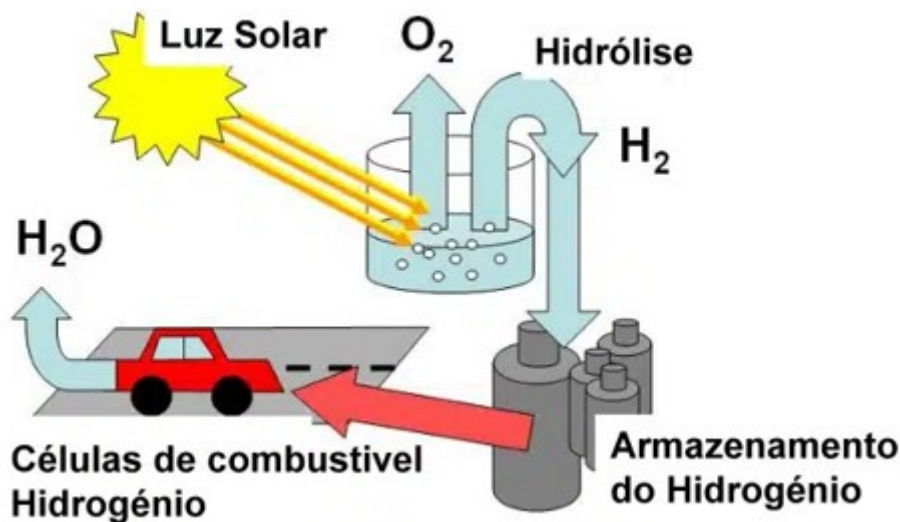


Figura 14. Esquema da utilização do hidrogênio como combustível. Fonte: REIS (2020).

O hidrogênio verde, produzido por fontes não poluentes, é apontado mundialmente como uma alternativa fundamental para a descarbonização e o cumprimento das metas ambientais internacionais. Apesar dos desafios atuais relacionados à produção, transporte e armazenamento, ele apresenta-se como uma fonte promissora para substituir as energias fósseis, com o Brasil emergindo como um potencial líder no desenvolvimento e uso dessa tecnologia, tanto para consumo interno quanto para exportação. O interesse de países como a Alemanha reforça essa tendência, e por isso é essencial ampliar os estudos acadêmicos e investimentos para fomentar o avanço tecnológico no setor, garantindo um futuro energético mais sustentável para o país e para o mundo (BARROSO et al., 2021).

Embora as diversas vantagens do hidrogênio verde, é lícito ressaltar que essa fonte energética também apresenta desvantagens. Entre elas, destacam-se o alto custo de produção devido à tecnologia que ainda está em desenvolvimento e a complexidade do armazenamento e transporte do hidrogênio, já que é um gás leve, inflamável e que requer cuidados especiais para evitar riscos. Além disso, a produção depende da disponibilidade de fontes renováveis, como solar e eólica, que podem ser intermitentes. Outro ponto relevante é o manejo do



oxigênio gerado em excesso, que pode causar impactos ambientais caso não seja utilizado adequadamente. Apesar desses obstáculos, a contínua evolução tecnológica tem possibilitado avanços significativos, diminuindo essas limitações e tornando o hidrogênio verde uma alternativa cada vez mais promissora (LIMA, 2023).

3.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Vivemos em um cenário global marcado por profundas transformações que afetam diretamente nosso futuro, sobretudo no que diz respeito ao meio ambiente. Diante dos impactos cada vez mais severos causados pelo modelo energético atual, que depende fortemente de fontes não renováveis e poluentes. Assim, as energias renováveis consolidam-se como uma alternativa viável para substituir as energias poluentes de origem fóssil (ROMARO et al., 2018).

É indubitável que as energias renováveis oferecem benefícios ambientais, econômicos e sociais que as tornam essenciais para um futuro sustentável. O país possui um dos maiores potenciais do mundo para fontes como solar, eólica, biomassa e hidráulica, o que permite uma matriz energética diversificada e sustentável. Essas fontes são naturalmente reabastecidas e não emitem gases de efeito estufa em níveis significativos, contribuindo diretamente para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, o uso de energias limpas reduz a degradação ambiental associada à exploração de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão (MAUAD et al., 2017).

Além das vantagens ambientais das energias renováveis, o avanço das tecnologias renováveis tem tornado essas fontes cada vez mais eficientes e economicamente viáveis. A geração distribuída, especialmente por meio da energia solar fotovoltaica, tem ganhado destaque no Brasil, permitindo que consumidores produzam sua própria energia e reduzam custos com eletricidade. Essa descentralização do sistema energético estimula a inovação, promove a autonomia energética e reduz perdas na transmissão. Além disso, a eficiência das novas tecnologias tem ampliado a competitividade das fontes renováveis frente às





tradicionais, tornando-as uma escolha inteligente tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico (SIMÕES-MOREIRA, 2021).

As energias renováveis também impulsionam o desenvolvimento socioeconômico. O crescimento do setor tem gerado milhares de empregos diretos e indiretos, especialmente nas áreas de instalação, manutenção e pesquisa. A expansão das fontes limpas no Brasil tem estimulado investimentos em infraestrutura, capacitação profissional e inovação tecnológica, criando oportunidades em regiões historicamente menos desenvolvidas. Dessa forma, a transição energética não apenas contribui para a sustentabilidade, mas também para a inclusão social e o fortalecimento da economia nacional (FELIPE, 2023).

Apesar do avanço tecnológico e da crescente relevância das energias renováveis na matriz elétrica brasileira, o país ainda enfrenta obstáculos significativos para consolidar uma transição energética sustentável. Persistem empecilhos estruturais como a deficiência na infraestrutura de transmissão, que limita o escoamento da energia gerada em regiões com alto potencial, como o Nordeste. Além disso, a burocracia regulatória dificulta a implementação de novos projetos, especialmente os de geração distribuída. Ademais, os conflitos socioambientais associados a grandes empreendimentos, como parques eólicos e usinas solares, podem gerar impactos em comunidades locais e ecossistemas sensíveis. Esses desafios mostram que, embora o Brasil ocupe posição de destaque internacional no setor, é necessário articular ciência, políticas públicas e inclusão social para garantir que os benefícios das fontes renováveis sejam amplamente distribuídos e sustentáveis (SILVA; SILVA, 2025).

Portanto, para acelerar o crescimento das fontes renováveis de energia, é essencial enfrentar as barreiras impostas pelos mercados tradicionais e eliminar os subsídios que ainda favorecem fontes não-renováveis, como os combustíveis fósseis e a energia nuclear. Além disso, é necessário apoiar financeiramente a entrada de novas tecnologias limpas, tornando-as mais acessíveis e competitivas. A adoção de políticas públicas mandatórias e progressivas também desempenha papel crucial, pois cria um ambiente regulatório favorável à transição energética. Por fim, a disseminação dessas tecnologias deve ser incentivada especialmente nos países em desenvolvimento, permitindo que eles saltem etapas poluentes e adotem





diretamente soluções sustentáveis — um fenômeno conhecido como leapfrogging, que pode acelerar a descarbonização global de forma mais equitativa (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

3.4. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nos últimos dois anos, a participação das renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) brasileira aumentou para 49,1%, em 2023. Em 2021, o percentual de fontes renováveis na matriz energética brasileira era de 45% (BRASIL, 2024).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a matriz elétrica brasileira atingiu 88,2% de renovabilidade em 2024, com destaque para evolução da participação da geração eólica e a solar fotovoltaica, que juntas alcançaram 24% da geração total de eletricidade no ano passado (Tabela 1). A matriz energética atingiu, no ano passado, o patamar de 50% de renovabilidade, principalmente pela manutenção da oferta de energia hidráulica e biomassa da cana, além do crescimento de fontes como licor preto, biodiesel, eólica e solar fotovoltaica (BRASIL, 2025).

Esses números refletem os impactos positivos de políticas públicas voltadas à modernização da infraestrutura energética, à educação para a sustentabilidade e ao fortalecimento da competitividade econômica por meio do uso inteligente dos recursos naturais.

Tabela 1. Fontes de energias renováveis, eficiência Energética e participação na matriz elétrica nacional.

Fonte de Energia	Eficiência Energética (%)	Geração Anual (GW)	Participação na Matriz Elétrica (%)
Hidrelétrica	90%	421.799	55,6%
Eólica	35%	107.654	14,1%
Solar Fotovoltaica	20%	70.665	9,3%





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Biomassa	25%	58.027	8,1%
Outras Fontes	15%	13.425	<1%
Renováveis			

Fonte: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Síntese do Balanço Energético Nacional 2025: dados referentes ao ano de 2024.

Apesar do imenso potencial natural que o Brasil apresenta para fontes como energia maremotriz, geotérmica e o hidrogênio verde, sua presença na matriz elétrica nacional ainda é incipiente. A energia maremotriz, embora promissora devido ao extenso litoral brasileiro, permanece restrita a projetos-piloto, com desafios técnicos e altos custos de implantação. A geotérmica, utilizada pontualmente em aplicações térmicas, como em Caldas Novas (GO), ainda não conta com usinas de geração elétrica devido à baixa temperatura dos reservatórios subterrâneos. Já o hidrogênio verde, considerado um vetor energético estratégico, está em fase de testes, com iniciativas em estados como Ceará e Bahia, mas depende de avanços regulatórios e tecnológicos para se tornar competitivo. Esses dados, conforme o Balanço Energético Nacional 2025, demonstram que a baixa utilização dessas fontes está ligada à ausência de políticas estruturantes, infraestrutura específica e incentivos voltados à inovação e à pesquisa aplicada (BRASIL, 2025).

3.5. PERSPECTIVAS FUTURAS

As fontes de energia renovável representam a solução mais eficaz para os problemas ambientais e energéticos atuais, devido à sua natureza intrinsecamente durável e sustentável. Embora a conservação de energia, seja proveniente de fontes fósseis ou não, contribua para prolongar a vida útil das reservas existentes, ela deve ser vista como uma estratégia complementar à transição para um novo modelo de desenvolvimento. Essa mudança exige



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



uma reorientação urgente e significativa das prioridades globais. Mesmo pequenas alterações nas políticas e práticas adotadas podem gerar impactos expressivos em termos de sustentabilidade, promovendo um futuro mais equilibrado e ambientalmente responsável (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

A princípio, apesar da predominância das hidrelétricas na matriz energética brasileira, esse cenário tende a se transformar diante da urgência por um futuro mais sustentável. Fontes alternativas como a energia solar fotovoltaica, eólica e o hidrogênio verde vêm ganhando espaço e se consolidando como soluções viáveis e rentáveis. Para que essa transição ocorra de forma eficaz, é indispensável o investimento em tecnologias avançadas, capacitação profissional de qualidade e parcerias estratégicas com empresas que contribuam para a eficiência, segurança e sustentabilidade dos sistemas, como também investir na conscientização da população para que as energias renováveis sejam consolidadas (GUILLEN, 2025).

Nesse contexto, a educação ambiental, quando integrada ao currículo escolar de forma crítica e participativa, pode transformar a percepção dos estudantes sobre os desafios socioambientais contemporâneos. Loureiro (2014) defende que a educação ambiental deve ser emancipatória, voltada para a transformação da realidade e não apenas para a adaptação a ela, o que reforça a importância de uma abordagem que estimule o protagonismo juvenil e a reflexão sobre o uso consciente dos recursos naturais.

Por conseguinte, no contexto das energias renováveis, a escola assume papel estratégico na formação de cidadãos capazes de compreender e atuar frente à transição energética. Metodologias como a aprendizagem baseada em problemas permitem aos alunos relacionar conceitos científicos com situações reais, como o uso da energia solar e eólica em suas comunidades. Essa abordagem favorece o engajamento e a construção de soluções sustentáveis. Além disso, a articulação entre escola, comunidade e políticas públicas é essencial para consolidar práticas sustentáveis no cotidiano escolar (SILVA; CORREIA, 2024).





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Dessa forma, as perspectivas futuras apontam para um cenário em que a sustentabilidade energética estará diretamente ligada à educação, à inovação tecnológica e à participação ativa da sociedade. A consolidação das energias renováveis depende não apenas de avanços técnicos, mas também de uma mudança cultural profunda, capaz de transformar valores, comportamentos e políticas em direção a um futuro mais resiliente e ambientalmente responsável. Em síntese, as perspectivas futuras apontam para a necessidade de integrar educação, tecnologia e participação social na construção de um modelo energético mais justo e sustentável. As escolas públicas de Esperança/PB têm um papel estratégico nesse processo, podendo se tornar espaços de inovação, reflexão e transformação.

Em síntese, as perspectivas futuras para as energias renováveis são amplamente positivas, impulsionadas por avanços tecnológicos, políticas públicas e uma crescente conscientização global sobre os impactos das mudanças climáticas. No entanto, a concretização desse futuro requer um esforço coordenado entre governos, setor privado, academia e sociedade civil para superar os desafios existentes e garantir uma transição energética justa, inclusiva e sustentável.

CONCLUSÃO

O presente artigo permitiu analisar de forma abrangente as principais fontes de energias renováveis — como a solar, eólica, hídrica, biomassa, maremotriz, geotérmica e energia do hidrogênio — destacando suas características, vantagens, limitações e níveis de eficiência energética. Os estudos analisados evidenciam que essas fontes desempenham um papel fundamental na transição para sistemas energéticos mais sustentáveis, sobretudo por reduzirem a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de gases de efeito estufa, além de promoverem maior segurança energética e desenvolvimento socioeconômico.

Apesar dos benefícios amplamente reconhecidos, as energias renováveis ainda enfrentam desafios relevantes, como a intermitência de algumas fontes, os custos iniciais de implantação, a necessidade de avanços em tecnologias de armazenamento e a adequação das





infraestruturas existentes. A eficiência energética surge, nesse contexto, como um elemento estratégico, uma vez que a otimização do uso da energia produzida potencializa os benefícios ambientais e econômicos dessas fontes, tornando os sistemas mais competitivos e confiáveis.

As perspectivas futuras apontam para um cenário promissor, impulsionado pelo avanço tecnológico, pela redução progressiva dos custos de produção, pelo desenvolvimento de redes inteligentes e pelo fortalecimento de políticas públicas e incentivos governamentais. A integração de diferentes fontes renováveis, aliada a soluções inovadoras de armazenamento e gestão energética, tende a ampliar a eficiência e a estabilidade dos sistemas energéticos. Assim, conclui-se que o investimento contínuo em pesquisa, inovação e planejamento estratégico é essencial para consolidar as energias renováveis como pilares centrais de uma matriz energética mais limpa, eficiente e sustentável no longo prazo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPCH. 2014. Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas. **O que são PCHs e CGHs?** Abrapch, 28 mar. 2014. Disponível em: <https://abrapch.org.br/2014/03/o-que-sao-pchs-e-cghs>. Acesso em: 9 jul. 2025.

AGUILAR, R. S.; OLIVEIRA, L. C. S.; ARCANJO, G. L. F. **Energia Renovável: Os Ganhos e os Impactos Sociais, Ambientais e Econômicos nas Indústrias Brasileiras.**

XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

ANEEL. Agência Nacional De Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** 2^a ed. rev. atual. e ampl. Brasília, DF: ANEEL, 2005. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/download.htm>>. Acesso em: 30/08/2017.

ARAÚJO, R. S.; SOUSA, F. L. N.; VANDERLEY, P. S.; BENTES, S. O. S.; GOMES, L. M.; FERREIRA, F. C. L. Fontes de energias renováveis: pesquisas, tendências e perspectivas



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



sobre as práticas sustentáveis. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, e468111133893, 14 p., 2022.

ARAÚJO, L. F.; SILVA, A. B.; PURIFICAÇÃO, M. M.; SILVA FILHO, E. D.; SILVA, R. A.; GUERRA, A. L. R. Importância da energia maremotriz na produção de eletricidade: vantagens e desvantagens. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 5, n. 1, p. 1-19, 2025.

ARBOIT, N. K. S.; DECEZARO, S. T.; AMARAL, G. M.; LIBERALESSO, T.; MAYER, V. M.; KEMERICH, P. D. C. Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil – uma revisão de literatura. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 26, p. 155–168, 2013. Disponível em: www.journals.usp.br/rdg/article/download/75194/78742. Acesso em: 01 jul. 2025.

BARABAN, D. **Energia das marés: potencial no Nordeste brasileiro**. EDP Soluções, 20 fev. 2024. Disponível em: <https://solucoes.edp.com.br/blog/energia-das-mares-nordeste/>. Acesso em: 01 jul. 2025.

BARROSO, A. M. R.; ROCHA, B. V. S.; ALVES, L. F. L.; MEIRELES FILHO, M. R. G. Obtenção do hidrogênio verde a partir de energias renováveis. **Revista Arte, Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 25, 13 p., 2021.

BEZERRA, A. B. **Cenários Prospectivos da Energia Solar Fotovoltaica no Ceará para o Período de 2019 a 2030**. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Ceará. Centro de Estudos Sociais Aplicados. Fortaleza, 146 p., 2019.

BOZIO, D. M. **PERSPECTIVAS DA ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS NAS MATRIZES ENERGÉTICAS E ELÉTRICAS**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Especialização em Gestão Ambiental em Municípios. Monografia, 66 p., 2018.

BRASIL. 2024. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Para um futuro mais sustentável, a eficiência energética se faz presente no Brasil e no mundo**. Brasília: MME. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/para-um-futuro-mais-sustentavel-a-eficiencia-energetica-se-faz-presente-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 18 jul. 2025.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande – PB, v.4.n.1 jan/fev/mar. 2026 – ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

38/46





BRASIL. 2025. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Brasil avança na renovabilidade das matrizes em 2024, aponta Balanço Energético Nacional.** Disponível em:

<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-avanca-na-renovabilidade-das-matrizes-em-2024-aponta-balanco-energetico-nacional>. Acesso em: 08/08/25.

BRASIL. 2025. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Relatório Síntese 2025 – Ano Base 2024.** Brasília: MME, 2025. Disponível em:

https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/balanco-energetico-nacional/ben-2025/relatorio-sintese/Sintese_BEN2025. Acesso em: 18 jul. 2025.

CAMPOS, M. **Energia Eólica.** 2025. Mundo Educação. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/energia-eolica.htm>. Acesso em: 10/06/2025.

CAMPOS, A. F.; SCARPATI, C. B. L.; SANTOS, L. T.; PAGEL, U. R.; SOUZA, V. H. A. Um panorama sobre a energia geotérmica no Brasil e no Mundo: aspectos ambientais e econômicos. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 1, p. 8, jan. 2017. Disponível em:

<https://www.revistaespacios.com/a17v38n01/a17v38n01p08.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2025.

CANALES, F. A.; BELUCO, A.; MENDES, C. A. B. Usinas hidrelétricas reversíveis no Brasil e no mundo: aplicação e perspectivas. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1230–1249, mai./ago. 2015.

CARVALHO, J. V. 2021. **Sistema Fotovoltaico Personalizado – Guia Completo da Energia Solar. Sistema fotovoltaico e seus fundamentos.** OAK Energia. Disponível em: <https://oakenergia.com.br/sistema-fotovoltaico-guia-completo-energia-solar/>. Acesso em: 14/05/25.

CARVALHO, F.; CASSERES, E. M.; POGGIO, M.; NOGUEIRA, T.; FONTE, C.; WEI, H. K.; PORTUGAL-PEREIRA, J.; ROCHEDO, P. R. R.; SZKLO, A.; SCHAEFFER, R. Prospects for carbon-neutral maritime fuels production in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 326, p. 129385, 2021. Acesso em: 2 jul. 2025.

COMISSÃO EUROPEIA. **EU hydrogen strategy under EU Green Deal. Clean Hydrogen Observatory**, 2020. Disponível em:





<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/eu-policy/eu-hydrogen-strategy-under-eu-green-deal>. Acesso em: 4 jul. 2025.

COPPE. **Especialistas projetam usina para extrair energia da correnteza**. Disponível em: <https://coppe.ufrj.br/planeta-coppe/especialistas-projetam-usina-para-extrair-energia-da-correnteza/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

COSTA, S. S. V. O.; BARROS, J. D. A. **Perspectivas no uso de energia renovável: a biomassa e sua utilização em alguns países em desenvolvimento**. Anais I CONIMAS e III CONIDIS, Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em:

<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63761>. Acesso em: 7 jul. 2025.

CUSTÓDIO, D.; LORUSSO, J.; CAVALCANTE, L. A. N.; LOPES, R. F. **Usinas hidrelétricas e seus impactos ambientais**. In: EXPOSIÇÃO ANUAL DE TECNOLOGIA, EDUCAÇÃO, CULTURA, CIÊNCIAS E ARTE DO INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO – CÂMPUS GUARULHOS, 2., 2022, Anais... Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2022.

DAL MORO. **Funcionamento de uma usina hidrelétrica**. Física Tecnologia E Ensino, 30 set. 2011. Disponível em:

<https://fisicatecnologiaeensino.wordpress.com/2011/09/30/funcionamento-de-um-usina-hidreletrica>. Acesso em: 9 jul. 2025.

DÁRIO, G. V. B.; SOUZA, D. H.; SAITU, M. O. Energia Maremotriz: um estudo das energias de origem marítima. **Revista Essentia**, v. 4, p. 1, 2013. Disponível em:

<https://editoraessentia.iff.edu.br>. Acesso em: 23 jun. 2025.

ECOAP. **Energias Renováveis**. Manual de Eficiência Energética. 24 p., 2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1OPkDVt22wyGfeP5H64a87umTdx8susS4/view>. Acesso em: 14/05/25.

ECO.AP – Programa de Eficiência Energética na Administração Pública. **Guia 6 – Energias Renováveis**. Lisboa: Agência para a Energia – ADENE, jan. 2019. Manual de Eficiência Energética. Disponível em: <https://ecoap.pt/wp-content/uploads/2019/01/Guia-6-ENERGIAS-RENOVAVEIS.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2025.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



ECOS. **Energia Eólica – O que é e como funcionam as turbinas.** 2025. Disponível em: <https://123ecos.com.br/docs/energia-eolica/>. Acesso em: 10/06/25.

FELIPE, S. M. G. **Análise de fontes de energia renováveis do Brasil.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Controle e Automação, 2023. <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/7451>. Acesso em: 26 jul. 2025.

FLORÊNCIO, M.; TRIGOSO, F. B. M. **Pesquisas e projetos desenvolvidos no Brasil para o aproveitamento do potencial de geração de energia elétrica com ondas e marés.** VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar. Fortaleza. Brasil. 11 p., 2020.

FREITAS, V. R.; FREITAS, T. R. **Energia geotérmica. Aproveitamento da Energia Geotérmica.** Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. Disponível em:

https://www.pick-upau.org.br/mundo/2009.03.31_fontes_energia_geotermica/fem_geotermica.pdf. Acesso em: 01 jul. 2025.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** EDITORA ATLAS S.A. 4ª ed. São Paulo. 2002.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. **REVISTA USP**, São Paulo, n.72, p. 6-15, 2007.

GOLDEMBERG, J.; CHU, S. **Um futuro com energia sustentável: Iluminando o Caminho.** FAPESP, Inter Academy Council, 300 p., 2010.

GONÇALVES, W. M.; FEIJÓ, F. T.; ABDALLAH, P. R. 2008. **Energia de ondas: tecnológicos e econômicos e perspectivas de aproveitamento no Brasil.** Disponível em: <<http://www.semengo.furg.br/2008/17.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2025.

GUILLEN, Diego. **Futuro sustentável: o cenário das energias renováveis no Brasil.** Cenário Energia, 10 fev. 2025. Disponível em: <https://cenarioenergia.com.br/2025/02/10/futuro-sustentavel-o-cenario-das-energias-renovaveis-no-brasil>. Acesso em: 11 ago. 2025.





- GUITARRARA, P. **Energia geotérmica**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-geotermica-1.htm>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- HOSENUZZAMAN, M.; RAHIM, N. A.; SELVARAJ, J.; HASANUZZAMAN, M.; MALEK, A. B. M. A.; NAHAR, A. (2015). Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 41, 284–297.
- HUCKEBER, J. **Conheça os Tipos de Aerogeradores Mais Usados**. REVLO (2025). Disponível em: <https://revlo.com.br/conheca-os-tipos-de-aerogeradores-mais-usados/>. Acesso em: 10/06/25.
- IBERDROLA. **O que é a energia eólica onshore – Você sabe como os parques eólicos onshore funcionam?** 2025. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/como-funcionam-parques-eolicos-onshore>. Acesso em: 10/06/2025.
- IEA. 2012. AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Roteiro tecnológico: energia hidrelétrica**. Paris: Agência Internacional de Energia, 2012.
- INFOESCOLA. 2025. **Esquema de como funciona uma usina hidrelétrica**. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Esquema-de-como-funciona-uma-usina-hidreletrica-Fonte-Infoescola_fig2_272773274. Acesso em: 4 jul. 2025.
- IRENA. 2017. **Geothermal Power. Technology Brief**. Disponível em: <http://www.irena.org/publications/2017/Aug/Geothermal-power-Technology-brief>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- LARA, D. M.; RICTHER, M. F. Hidrogênio Verde: a fonte de energia do futuro. **Novos Cadernos NAEA**, Rio Grande do Sul, v. 26, n. 1, 2023.
- LEITE NETO, P. B.; SAAVEDRA, O. R.; CAMELO, N. J.; RIBEIRO, L. A.; S.; FERREIRA, R. M. Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências. **Revista Chilena de Ingeniería**, Arica, v. 19, n. 2, p. 219–232, 2011.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



- LIMA, A. L. F.; LIMA, E. C. P.; FERREIRA, F. A.; MONTES, I. A.; SOUZA, M. A. F.; FELICIANO, M. M.; PIMENTEL, N. **Hidrelétrica: eficiência na geração**. In: EDITORA ATENA. Engenharia elétrica. Editora Atena, 2023. Cap. 5, p. 64. Data de aceite: 03 jul. 2023.
- LIMA, N. **Vantagens e desvantagens do hidrogênio verde**. Sunne Brasil, 6 set. 2023. Disponível em: <https://sunne.com.br/blog/vantagens-e-desvantagens-do-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- LIU, H.; YAO, P.; LATIF, S.; ASLAM, S.; IQBAL, N. Impact of Green financing, FinTech, and financial inclusion on energy efficiency. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 13, p. 18955–18966, 2022.
- LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental: dialogando com Paulo Freire**. São Paulo: Cortez, 2014. 184 p. ISBN 978-85-249-2186-5. Acesso em: 11 ago. 2025.
- MANTOVANI, L. P.; LEITE, A. R.; MANTOVANI, J. P. M.; SIMÕES, B. N. S.; GONÇALVES, E. S. S.; NEVES, F. P.; RIBEIRO, V. G. Biomassa e Energia. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 6, 10 p., 2022.
- MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; AMARAL, A. F. C.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES, V. S. **Uso da biomassa para a geração de energia**. Documentos 211. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 28 p., 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1063559/1/Doc211.pdf>. Acesso em: 03/08/25.
- MAUAD, F. F.; FERREIRA, L. C.; TRINDADE, T. C. G. **Energia renovável no Brasil: análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2017. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosusp/catalog/book/168>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- MELLO, M. **Pequena Central Hidrelétrica – PCH**. Cimento Itambé, 1 nov. 2010. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/pequena-central-hidreletrica-pch>. Acesso em: 9 jul. 2025.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



- MENDES, A. **Usinas hidrelétricas reversíveis no Brasil**. Blog AMDRO, 28 jun. 2016. Disponível em: <https://amdرو.blogspot.com/2016/06/usinas-hidreletricas-reversiveis-no.html>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- MENDONÇA, A. V. M.; SOUSA, M. F. **Métodos e técnicas de pesquisa qualitativa em saúde** [livro eletrônico]: volume 1, 1. ed. Brasília, DF: ECoS, 2021. Disponível em: https://ecos.unb.br/wp-content/uploads/2021/08/MTPQS_03.08.2021.pdf. Acesso em: 08/04/25.
- MME. 2007. **Plano Nacional de Energia 2030 – Geração Hidrelétrica**. Colaboração: Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica.pdf>. Acesso em: jul. 2025.
- NOVA ENERGIA. 2025. **Energia maremotriz: aproveitando a força dos oceanos**. Disponível em: <https://www.novaenergia.com.br/blog/energia-maremotriz/>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- ORTIZ, G.; KAMPEL, M. **Potencial de energia eólica offshore na margem do Brasil**. V Simpósio Brasileiro de Oceanografia, p. 1–4, 2011.
- PEREIRA, E. B. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 1ª Edição. São José dos Campos: INPE, 2006.
- PETROSOLGAS. **Energia geotérmica**. 2023. Disponível em: <https://petrosolgas.com.br/energia-geotermica/>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- RABELO, J. L.; OLIVEIRA, J. N.; REZENDE, R. J.; WENDLAND, E. **Aproveitamento da energia geotérmica do Sistema Aquífero Guarani – Estudo de Caso**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, 2002.
- REIS, P. **Descoberta forma de produzir hidrogênio sem gasto de energia**. Portal Energia, 2020. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/descoberta-forma-de-produzir-hidrogenio-sem-gasto-de-energia>. Acesso em: 2 jul. 2025.





ROMARO, L. C.; GOMES JÚNIOR, A. S.; GUIMARÃES, E. R. **Energias renováveis no Brasil e no mundo**. Greener Tecnologias Sustentáveis, e-book, 2018. 38 p.

SANTOS, F. B. S; MOREIRA, I. T. A. Viabilidade da maremotriz em algumas das regiões litorâneas do nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica de Energia**. v. 5, n. 2, p. 71-78, jul./dez. 2015.

SILVA, P. J. Usinas hidrelétricas do século XXI: empreendimentos com restrições à hidroeletricidade. **Revista Engenharia**, n. 619, p. 84-91, 2014. Disponível em: <https://maua.br/files/artigos/artigo-usinas-hidreletricas.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2025.

SILVA, V. H.; CORREIA, D. **ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**. 21º Simpósio Brasileiro de Educação Química (21 SIMPEQUI), 6 p., 2024.

SILVA, C. G.; SILVA, W. W. A. G. **O crescimento das energias renováveis no Brasil aos olhares globais: uma revisão sistemática sobre tendências, desafios e oportunidades**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2025. Disponível em: <https://www.researchgate.net/....> Acesso em: 26 jul. 2025.

SILVA, M. C. R.; NUNES, L. A. S. **GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE E SUA RELAÇÃO FRENTE À GERAÇÃO ONSHORE**. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO - UFERSA CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Trabalho de Conclusão de Curso. 9 p., 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/e11097cc-053a-4563-ac19-7e4a51707a3a/content>. Acesso em: 10/06/2025.

SIMÕES-MOREIRA, J. R. **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002834514>. Acesso em: 26 jul. 2025.

SORIA, R. **Cenários de geração de eletricidade a partir de geradores heliotérmicos no Brasil: a influência do armazenamento de calor e da hibridização**. 2011. Dissertação de





REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Mestrado, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/soria.pdf>>.

TERRA, A. **Geração de Energia Solar aumenta no Brasil e no mundo**. 2024. GESEL – UFRJ. Disponível em: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2024/07/Artigo_solar.pdf. Acesso em: 14/05/25.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Empresa de Pesquisa Energética (EPE): Rio de Janeiro, 452 p., 2016.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de Revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.

WEAMEC. **The world's first tidal lagoon: Swansea Bay Tidal Lagoon**. 2025. Disponível em: <https://www.weamec.fr/en/synthesis/worlds-first-tidal-lagoon-swanea-bay-tidal-lagoon/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

WEC. **World Energy Resources Marine**. 2016. Disponível em:

<https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Marine_2016.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2025.

Recebido em: 14/11/2025

Aprovado em: 22/12/2025

Publicado em: 06/01/2026

