



O POTENCIAL DA ENERGIA RENOVÁVEL PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA GLOBAL

ARTIGO DE REVISÃO

BONFIM, Valdiney Barboza¹

BONFIM, Valdiney Barboza. **O potencial da energia renovável para a transição energética global**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 08, Ed. 08, Vol. 03, pp. 102-117. Agosto de 2023. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/potencial-da-energia>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/potencial-da-energia

RESUMO

O aumento da temperatura média global de 0,2°C a cada 10 anos e 0,5°C nos últimos 100 anos se deve à emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE). Em 2014 os especialistas demonstraram que 80% das necessidades energéticas mundiais foram atendidas pelo petróleo, pelo gás natural e uso de carvão, todos fontes energéticas fósseis, ocasionando cada vez maiores prejuízos ao meio ambiente. Neste sentido, a energia renovável pode desempenhar um papel fundamental na segurança energética global e na redução das emissões dos gases do efeito estufa. São questões que fazem parte do escopo da transição energética necessária aos diferentes países, visando contribuir para a meta de 100% da eletricidade livre de carbono até 2035, estabelecida pelos países membros da Organização das Nações Unidas (ONU). Além dos benefícios quanto ao uso de energia verde, a transição energética para fontes sustentáveis levará à redução da importação de energia e do uso de combustível fóssil. O presente artigo de revisão desenvolvido segundo o método de pesquisa bibliográfica tem por objetivo analisar o potencial da energia renovável como uma solução para a transição energética global, com foco na redução das emissões de gases de efeito estufa e na mitigação das mudanças climáticas. Apesar dos acordos firmados entre quase 200 líderes mundiais para que a transição energética seja efetivada, verificou-se a necessidade de um maior comprometimento e conscientização de governantes, empresas e cidadãos civis, no sentido de se desenvolver planejamento, investimentos, aplicação das tecnologias existentes e desenvolvimento de novas tecnologias, na direção da transição energética global.

Palavras-chave: Aquecimento global, Efeito estufa, Energias renováveis.



1. INTRODUÇÃO

A questão energética é tema recorrente nas últimas décadas, sendo debatida mundialmente; porém, existem ações mais efetivas para evitar catástrofes maiores ainda não adotadas (DAVID, 2021). Diversos países mantêm sua matriz energética baseada em fontes fósseis, demonstrando baixos investimentos na transição energética. Contudo, há vários outros países que já desenvolveram novas tecnologias, permitindo adequações à melhor governança ambiental (PIMENTEL, 2019).

Apesar da temperatura média do planeta ter aumentado em torno de 0,5°C nos últimos 100 anos, existem previsões demonstrando que até o final deste século esse índice poderá atingir os 4°C (EPE, [s.d.]). Essa elevação da temperatura global é ocasionada pela emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, enquanto o planeta começa a dar sinais de esgotamento.

As consequências da poluição ambiental, ocasionadas pelos combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) têm levado a natureza a apresentar cada vez mais processos de intensas mudanças (DAVID, 2021), levando a períodos mais longos de estiagem, redução das reservas de água potável, aumento do nível do mar, redução na produção de alimentos, além do aumento significativo das doenças cardíacas, respiratórias e câncer (LIMA e HAMZAGIC, 2022).

O presente artigo de revisão, elaborado segundo o método da pesquisa bibliográfica, tem por objetivo demonstrar o potencial da energia renovável como solução para a transição energética global, com foco na redução das emissões dos GEE e mitigação das mudanças climáticas.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1. OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E OS GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)

Dados tabulados em 2021 pela Organização Mundial de Saúde demonstram que 4,2 milhões de pessoas morrem anualmente devido à poluição atmosférica, uma vez que os gases poluentes permitem a passagem da luz solar em direção ao planeta, retendo calor e elevando a temperatura, o que, conseqüentemente, aumenta a poluição e contribui para o agravamento do efeito estufa (LIMA e HAMZAGIC, 2022).

Entre as três principais fontes de energia utilizadas mundialmente estão os combustíveis fósseis, cuja queima é utilizada para abastecer veículos (petróleo), acionar maquinário nas indústrias (carvão mineral) e ainda como gás de cozinha (gás natural) para residências. Juntas, essas três fontes correspondem a 80% de todo o consumo mundial de energia (FOGAÇA, 2023).

Com a Revolução Industrial e a invenção das primeiras máquinas, surge a poluição ambiental, originada pela emissão de GEE, que geram a concentração da energia infravermelha na atmosfera, elevando a temperatura média na superfície terrestre. Para Corrêa (2021), os países que apresentam as maiores rendas *per capita*, maior população, maior estrutura industrial e tecnológica cuja base são os combustíveis fósseis, são os principais geradores desses gases.

No que se refere ao volume de emissões de GEE, enquanto os 100 países que menos emissores geram 3% das emissões totais, os 10 países maiores emissores contribuem para o aquecimento global com 68% dessas emissões (UN, 2023). Em 2021 dados da Agência Nacional Oceânica e Atmosfera (NOAA) dos Estados Unidos registraram um recorde nas emissões de gás carbônico, chegando a 40 bilhões de toneladas lançadas anualmente na atmosfera (ZANETTI, 2023).

Entre os diferentes tipos de GEE potencialmente prejudiciais para o meio ambiente, estão o gás metano, o óxido nitroso e o vapor de água, todos altamente prejudiciais à



atmosfera. Contudo, os de maior potencial destruidor do meio ambiente são o clorofluorcarbono e o gás carbônico (EPE, [s.d.]).

Os gases mais nocivos à camada de ozônio são: halons; tetracloreto de carbono; hidroclorofluorcarbono; clorofluorcarbono; brometo de metila, os quais deslocam-se acima da camada de ozônio, ocasionando alterações químicas e destruição, já que os elementos químicos que os compõem podem ficar ativos por longos períodos, de 80 a 100 anos (UOL, 2023).

O gás metano é extraído das cavidades das jazidas de carvão, localizadas nas regiões petrolíferas e depósitos geológicos. Toda a energia elétrica para abastecer as edificações é obtida do carvão, enquanto o transporte é obtido da queima de gasolina e óleo diesel (BARBOSA, 2014; SILVA, CARBONARI e PEREIRA, 2012).

O óxido nitroso ou gás hilariante é incolor e não inflamável à temperatura ambiente. É utilizado pela indústria para diferentes atividades: agente oxidante em motores de foguetes; otimizador na queima de combustíveis de motores; propelente em aerossóis e anestésico bucal. O gás nitroso retém 300 vezes mais calor do que o gás carbônico na atmosfera, sendo que, uma vez lançado, pode levar mais de 100 anos para sua degradação (SILVA *et al.*, 2012). -

O nitrogênio é um elemento vital para a composição das estruturas moleculares, como as enzimas, vitaminas e aminoácidos. É utilizado também na agricultura, por meio da pulverização de fertilizantes, promovendo o rendimento das plantações; contudo, quando os fertilizantes liberam nitrogênio ocasionam o aumento potencial nas emissões de GEE (SILVA *et al.*, 2012). Estima-se que o setor agricultor seja responsável por 66% de toda a emissão global, e responsável pela maior emissão anual de gás nitroso.

A presença do vapor de água na atmosfera pode ter efeitos distintos. Segundo Barbosa (2014, p.69): "... as propriedades térmicas da molécula H₂O determinam a intensidade do ciclo hidrológico e influenciam a estrutura termodinâmica da troposfera



e a circulação dos ventos". À medida que ocorre a agitação molecular, aumenta a radiação e, por consequência, o aumento da temperatura.

O carbono pode ser encontrado na atmosfera terrestre na forma de dióxido de carbono, havendo vários tipos de organismos que o liberam, como plantas e árvores, que consomem o oxigênio e produzem o dióxido de carbono. O carbono normalmente não é prejudicial à atmosfera, mas se torna prejudicial quando sua concentração é excessiva, como é o caso dos GEE. A emissão de dióxido de carbono ocorre em diferentes atividades: na produção de cimento, no resfriamento de gelo seco para efervescer refrigerantes, decomposição de seres vivos e materiais, erupções vulcânicas, etc. (BARBOSA, 2014).

2.2. O AQUECIMENTO GLOBAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As transformações atmosféricas da temperatura e do clima no planeta são observadas desde 1800 (UN, 2023). Existem as alterações naturais na camada de ozônio, conforme as variações no ciclo solar, assim como as ocasionadas pela utilização humana das energias fósseis como principal fonte energética (LOSEKANN e TAVARES, 2020).

O aquecimento global originou-se quando a emissão de GEE atingiu a proteção original da crosta terrestre - a camada de ozônio - cuja principal função é filtrar e impedir a passagem dos raios ultravioleta para a superfície terrestre e evitar desequilíbrios ambientais (UOL, 2023).

Quando o gás ozônio está na estratosfera, acima da superfície entre 25 e 30 km, ele protege o globo terrestre dos raios ultravioletas do tipo 2 (ZANETTI, 2023). Contudo, se o gás ozônio estiver perto da superfície terrestre provoca uma piora significativa na qualidade do ar podendo, inclusive, ocasionar chuvas ácidas (WWF, [s.d.]).

Os prejuízos ambientais originam-se pelo uso de carvão para o aquecimento central em prédios e edificações, uso do óleo diesel e de gasolina para os meios de transporte, pela queima de combustíveis fósseis como carvão nos processos industriais, ocasionando os gases do GEE, que criam uma camada de retenção do



calor do sol, elevando as temperaturas. O desmatamento de terras e de florestas, e os aterros para lixo a céu aberto também liberam dióxido de carbono e gás metano (UN, 2023).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), os cientistas observaram desde 1977 a existência de buracos na camada de ozônio, na região da Antártida, e nas proximidades do Polo Sul e Polo Norte, localidades nas quais a camada de ozônio fica mais fina. O crescimento do buraco na camada de ozônio eleva os casos de alergias e doenças de pele, além dos problemas de visão dos habitantes do Hemisfério Sul (WWF, [s.d.]).

No hemisfério norte, em especial nos Estados Unidos, parte da Europa, parte da China e Japão há registros sobre a perda da proteção de ozônio ter atingido ao menos 6% do total, onde foram registrados 50 mil novos casos de câncer de pele e 100 mil novos casos de cegueira causados por catarata (WWF, [s.d.]). A radiação solar afeta o sistema imunológico humano, acelerando seu envelhecimento (ZANETTI, 2023).

Entre os diversos eventos climáticos desastrosos, estão: furacões mais frequentes, períodos de seca prolongada, chuvas intensas acima dos índices normais, derretimento das calotas polares, perda de ecossistemas, ameaça à segurança alimentar, prejuízo da vida animal, aumento do nível do mar e surgimento de bactérias super-resistentes aos medicamentos existentes (DAVID, 2021; EPE, [s.d.]).

2.3. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Estima-se que 2/3 das emissões dos GEE são as causadoras dos graves problemas climáticos existentes. Diante da elevação da temperatura média global de 0,2°C a cada 10 anos, crescem os impactos ambientais. Com isso, os prejuízos ocasionados pelas emissões de GEE precisam ser revertidos até 2050, inicialmente pela combinação das energias renováveis com as novas tecnologias de armazenamento de gás carbônico. Para reverter esses prejuízos é preciso substituir o sistema de produção e do consumo de energias fósseis pelos sistemas de carbono zero (DAVID, 2021).



Tais providências remetem à segurança energética, descrita por Pereira (2022) como política que assegure a produção/fornecimento de alimentos, valorizando os recursos energéticos locais e universalizando o acesso à energia. Quanto à sustentabilidade, refere-se à importância da eficiência energética e o desenvolvimento tecnológico, inerentes à segurança nacional, bem-estar econômico, estabilidade social e política das nações.

Maginador (2017) refere que o processo de transição energética requer o enfrentamento das dificuldades relacionadas à maior conscientização da população sobre a questão climática; às restrições financeiras relativas aos custos dessa transição, aos investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias, e ao convencimento dos atores da cadeia industrial e produtiva que insistem no uso de energias fósseis.

Durante o Acordo de Paris definiu-se a meta para limitação da elevação da temperatura terrestre a 1,5°C, sendo considerada fundamental pelos especialistas a migração dos sistemas atuais para os sistemas de carbono zero, que significa reduzir as emissões de gás carbônico (DAVID, 2021, p.13).

Pimentel (2019) explica que a transição energética para uma economia de baixo carbono depende do empenho, determinação e esforços de chefes de estado, permitindo alternativas federais, estaduais e municipais para implementação de ações locais, visando atingir as metas acordadas mundialmente. Como exemplo, a autora refere que o estado da Califórnia instituiu lei pela qual toda a energia elétrica fornecida até 2045 terá que ser produzida exclusivamente por matriz energética limpa.

A matriz energética é o conjunto de recursos energéticos disponíveis nos processos produtivos e de consumo de um país, sejam fósseis ou verdes. Granziera e Rei (2015) referem que economia verde visa ser uma ponte entre a continuidade do desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente, cujos recursos fósseis são finitos. Assim, a economia verde visa definir a forma como a produção e consumo devem acontecer, sendo compatíveis com o desenvolvimento sustentável que, por sua vez, consiste no gerenciamento ambiental do crescimento econômico,



assegurando que os recursos ambientais sejam contínuos, e que estejam garantidos agora, para as gerações presente e futura. Neste sentido, os autores (p.20-1) explicam que entre as alternativas de recursos energéticos verdes destacam-se:

- Energia Eólica: obtida pela captação dos ventos, são utilizadas turbinas em formato de cata-vento, ligadas a um gerador. Suas hélices têm aproximados 20 metros de diâmetro, de impacto inofensivo ao meio ambiente, de baixo ruído;
- Energia Solar: obtida pela captação de raios solares, por meio de células fotovoltaicas ou como recurso para aquecimento de água; não apresenta impactos para o meio ambiente, exceto pelo fato de os materiais para os painéis solares são produzidos com silício, cuja extração é altamente impactante para o meio ambiente. Entre as vantagens de seu uso, estão seu emprego em projetos residenciais e industriais independentes do Estado;
- Biomassa: consiste na matéria vegetal que se produz no solo mediante a fotossíntese. É produzida a partir do bagaço de cana de açúcar, casca de arroz, biocombustíveis vegetais, biogás, madeira, lenha, carvão vegetal, etc. A biomassa agrega a geração de energia e baixo impacto ambiental.

Já a transição energética visa mudar as formas de produção/consumo pela migração dos sistemas de produção baseados em combustíveis fósseis para fontes de energias renováveis, como por exemplo, a energia eólica e a solar (SANTOS, 2021).

Pimentel (2019) explica que o biogás e o biometano são biocombustíveis produzidos pela decomposição biológica da agroindústria, de esgotos e lixo, cujo potencial de transformação em energia elétrica é considerável, já que a purificação do biogás em biometano e em fertilizante orgânico colabora para a nutrição dos canaviais, devido ao seu potencial energético e econômico.

Vários são os benefícios da transição energética, destacados pela Raizen (2022):

- redução da dependência das fontes fósseis pela descarbonização, pelo uso de energias renováveis e tecnologias de captura e armazenamento de gás carbônico;



- limpeza da matriz elétrica e energética do mundo, preservando ecossistemas e diminuindo os impactos ambientais;
- redução de danos à saúde humana e das ameaças à segurança alimentar;
- incentivo ao uso de tecnologia e soluções inovadoras nos processos produtivos.

A transição energética é um processo complexo porque envolve todos os setores da sociedade, e com isso, sua efetivação requer, entre outras ações, a conscientização dos cidadãos sobre a relevância das energias renováveis para levar a sociedade mundial ao desenvolvimento sustentável. Santos (2021) refere dados da *International Energy Agency* (IEA), apontando que em 2020 a expansão global da capacidade de produção das energias renováveis atingiu o patamar de 90%.

Entre os cuidados para efetivação dessa transição, estão: necessidade de planejamento das ações, prevenção de riscos quanto à falta de energia e as altas nos preços (RAIZEN, 2022). Por sua vez, entre as fontes de energias renováveis, estão: solar, eólica, hidrelétrica e os biocombustíveis, que desempenham papel fundamental para a transição de fontes fósseis para energia limpa. Entre as tecnologias que mais se destacam estão a solar e a eólica, por serem mais maduras e mais competitivas do ponto de vista econômico (SANTOS, 2021; DAVID, 2021).

O uso de biocombustíveis vai de encontro à parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), para garantir vida saudável, bem-estar social e acesso à energia sustentável a preços acessíveis, tornando as cidades seguras, resilientes e sustentáveis, pela adoção de medidas urgentes no combate às mudanças climáticas (RAIZEN, 2022).

Os setores de transportes aéreo e terrestre devem aumentar a utilização de eletricidade para carros e sistemas de aquecimento de ambientes, usando matrizes elétricas limpas com participação de fontes renováveis (LOSEKANN e HALLACK, 2018).



Os biocombustíveis, produzidos a partir de biomassa – plantas e resíduos agrícolas – surgem como alternativa aos combustíveis fósseis para o uso nos transportes, que podem ser utilizados para os veículos automotivos e para aviação. Conferem segurança energética, que consiste em suprimento garantido a baixos custos. Maier *et al.* (2022, p.7) referem uma classificação atual sobre os países maiores produtores de biocombustíveis, nesta ordem: Estados Unidos, Brasil, Alemanha, França e China. As autoras explicam que mesmo existindo gás carbônico na cadeia produtiva dos biocombustíveis, esse composto é devolvido na quantidade que é absorvida pelas plantas usadas como matéria prima.

A energia hidrelétrica, que é considerada a maior fonte renovável em termos de capacidade instalada, já chega a 16% a nível mundial, utilizando-se da força das correntes de água, prática já adotada em diferentes países (SANTOS, 2021).

2.4. AÇÕES GLOBAIS PRÓ-AMBIENTAIS E SUA EFETIVIDADE

Diferentes dirigentes mundiais decidiram pela elaboração de políticas e acordos globais pela defesa do meio ambiente, fixando metas de redução da emissão de GEE. Em 1992 houve a *Conference of The Parties* (COP), órgão integrante da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima no Rio de Janeiro (Brasil). Em 1997 o encontro foi realizado em Kyoto (Japão), em 2009 novas negociações aconteceram em Copenhague (Dinamarca) e, em 2016, o Acordo de Paris. A meta da última reunião foi limitar o aumento da temperatura global em até 2 graus Celsius até 2050 (LIMA e HAMZAGIC, 2022).

Debateram-se temas como a limitação do uso de combustíveis fósseis, a renovação da economia promovendo geração de empregos e a sustentabilidade econômica, a baixa emissão de carbono, as melhorias na agricultura e o combate ao desmatamento. Para Lima e Hamzagic (2022), a redução nas emissões de gás carbônico será resultante de diferentes tecnologias, na seguinte proporção: 25% das novas tecnologias já existentes; 35% delas estão em desenvolvimento, e 40% ainda não foram testadas comercialmente. O processo de transição energética requer estratégias que contemplem a conquista da eficiência via energias renováveis e o



sequestro de carbono, programas de etiquetagem, reciclagem, automação e inteligência artificial, e gerenciamento das emissões de metano. Os programas de etiquetagem objetivam informar ao consumidor final a classificação de consumo de energia de eletroeletrônico; colaboram para a redução da “pegada de carbono”, levando a indústria à produção de itens mais eficientes, como já é feito com as geladeiras. Maginador (2017) explica que os padrões de eficiência energética definidos pelos Estados Unidos na produção de equipamentos eletroeletrônicos residenciais ou comerciais são a maior fonte de economia de energia.

As montadoras também podem adotar o sistema de etiquetagem, desenvolvendo automóveis mais compactos e econômicos, cujas reduções no consumo de combustível fóssil podem cair para 7% e 8%, relativamente ao consumo atual. A etiquetagem aplicada à construção de edifícios comerciais diminui o consumo elétrico. Enquanto as lâmpadas incandescentes consomem 82% mais energia e duram 50 vezes menos, as lâmpadas LED são 70% mais eficientes, são recicláveis, seguras e econômicas. A reciclagem produz efeitos positivos em diferentes áreas: na produção de alumínio com material reciclado há uma redução de 30% na emissão de GEE em relação à produção que não utiliza material reciclado, já que ao usar material reciclado, emite-se 81% menos gás carbônico para cada 1kg de aço produzido (LIMA e HAMZAGIC, 2022).

Já a produção do biometano, que utiliza de materiais orgânicos como a decomposição de lixo, estrume, etc., colabora não apenas para a irrigação das plantações e produções agrícolas, assim como no gerenciamento das emissões do gás metano e eventuais vazamentos. Quanto à pecuária, pode-se regular as emissões do metano via controles rigorosos da alimentação animal, sem afetar sua riqueza de vitaminas. Idealmente podem ser realizadas substituições para as energias limpas como hidroelétrica, solar, eólica e hidráulica, como por exemplo, substituir o carvão pelo gás natural, e a gasolina pelo etanol (LIMA e HAMZAGIC, 2022).

Diante desse cenário, surgem cinco passos para promover a transição energética a nível mundial, denominados os 5Ds (RAIZEN, 2022):



1. descarbonização, que é a substituição das fontes de energia que liberam CO₂, por fontes renováveis;
2. descentralização da produção e distribuição da energia fotovoltaica, que pode ser instalada nos imóveis via placas solares, produzindo energia local, evitando a necessidade de ser deslocada;
3. digitalização, pela integração entre o fornecimento atual de energia com as inovações tecnológicas;
4. desenho de mercado, integrando os mercados financeiro e de trabalho sobre a forma de lidar com as mudanças no setor energético e a comercialização das novas energias, envolvendo regulamentação, incentivos e vantagens financeiras;
5. democratização, conscientização das pessoas quanto ao processo de redução das desigualdades inerentes ao fornecimento da energia limpa, ao longo da transição energética.

Quanto às ações relacionadas às matrizes energéticas sustentáveis, David (2021, p.14-15) refere avanços recentes que podem ser mencionados:

- Alemanha, Dinamarca, Estados Unidos e Espanha lideraram o caminho, desenvolvendo políticas inovadoras que impulsionaram grande parte da mudança testemunhada na última década. Alemanha e Dinamarca comprometeram-se com a produção de energia 100% renovável até 2050;
- China tem liderado o desenvolvimento de energia renovável desde 2011, enquanto alguns países emergentes da África, Ásia, América Latina e Oriente Médio recebem investimentos externos para promoverem as ações necessárias em seus territórios;
- Marrocos, país norte-africano que, sem deter os recursos energéticos comuns aos outros países, empenha-se em otimizar seus recursos eólicos e solares, tornando-se autossuficiente e capaz de exportar eletricidade verde para a Europa, face à sua localização geográfica privilegiada (DAVID, 2021, p. iii).
- Ações independentes de pessoas físicas que têm instalado painéis solares em suas residências, e consumido aparelhos de maior eficiência e menor consumo de energia.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial da energia renovável para a transição energética global é extremamente promissor e essencial no enfrentamento dos desafios ambientais atuais. Ao explorar e investir em fontes renováveis de energia, como a solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica, reduz-se significativamente a dependência mundial dos combustíveis fósseis e mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

A transição para a energia renovável traz inúmeros benefícios, já que as fontes renováveis são abundantes, sendo que parte delas já está disponível em diferentes países.

A energia solar e a eólica estão presentes em praticamente todos os continentes, permitindo que diferentes regiões aproveitem suas vantagens naturais, e, ao contrário dos combustíveis fósseis, as fontes renováveis são inesgotáveis.

O benefício crucial da energia renovável é a redução das emissões de GEE, já que produzem quantidades significativamente menores de emissões de carbono em comparação aos combustíveis fósseis, contribuindo para a estabilização do clima global, promovendo melhorias na qualidade do ar, reduzindo a poluição e os riscos à saúde humana.

Além dos benefícios ambientais, a transição para a energia renovável também traz oportunidades econômicas significativas: expande-se rapidamente o setor de energia renovável, gerando empregos em diversas áreas, desde a instalação e manutenção de infraestrutura até a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Isso impulsiona o crescimento econômico e a criação de empregos em todo o mundo.

Contudo, a transição para a energia renovável também apresenta desafios, já que a infraestrutura necessária para aproveitar plenamente as fontes de energia renovável requer investimentos significativos em termos de capital e tecnologia. Requer planejamento cuidadoso para integrar de forma eficiente as fontes intermitentes, como a solar e a eólica à rede elétrica, garantindo estabilidade e confiabilidade do fornecimento de energia.



Para superar esses desafios, é crucial o comprometimento dos governos, empresas e sociedade civil em apoiar e promover a transição energética global, o que inclui a implementação de políticas de incentivo, como subsídios e programas de incentivo fiscal, estimulando investimentos em energia renovável. Requer também a promoção de pesquisa e desenvolvimento tecnológico avançado e o compartilhamento de conhecimentos e melhores práticas entre países e regiões.

A transição para a energia renovável é uma meta alcançável e necessária para construirmos um futuro sustentável e resiliente para as gerações futuras, face ao enorme potencial da energia renovável para a transição energética global. É a única oportunidade para enfrentarmos os desafios ambientais e climáticos existentes.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Henrique M.J. Vapor de água na atmosfera: do efeito estufa às mudanças climáticas. **Revista USP**. São Paulo. n. 103, p.67-80, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99185>>. Acesso em: 15 maio 2023.

CORRÊA, Lucas. **Transição energética, políticas de inovação e desenvolvimento econômico: uma análise das iniciativas em energias eólica e solar fotovoltaica no Brasil**. Dissertação [Mestrado em Economia] submetida ao Programa de Pós-Graduação do Centro Socioeconômico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/227274/PCNM0365-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 maio 2023.

DAVID, Talita Silva. **Política de Transição Energética – Caso Marrocos**. Dissertação [Mestrado em Políticas Públicas], apresentada ao Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE), Portugal. Out. 2021. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/24399/1/master_talita_silva_david.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Mudanças climáticas e Transição energética**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/clima-e-energia>>. Acesso em: 15 maio 2023.

FOGAÇA, Jennifer. **Combustíveis Fósseis**. Brasil Escola, 2023. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/combustiveis-fosseis.htm>>. Acesso em: 20 maio 2023.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando (Org.). **Energia e meio ambiente: contribuições para o necessário diálogo**. Santos (SP): Ed. Universitária



Leopoldianum. 2015. 240p. Disponível em: <<https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2016/03/ENERGIA-E-MEIO-AMBIENTE.pdf#page=9>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

LIMA, Leandro Jose Barbosa; HAMZAGIC, Miroslava. Estratégias para a transição energética: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 07, Ed. 06, Vol. 08, pp. 96-120. Jun. 2022. ISSN: 2448-0959, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/transicao-energe. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/transicao-energetica>>. Acesso em: 15 maio 2023.

LOSEKANN, Luciano; TAVARES, Amanda. **Transição energética e potencial de cooperação nos BRICS em energias renováveis e gás natural**. Texto para Discussão. Brasília: Editora Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 1ª. ed. 2020. 71p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10712/6/TD_Transicao_energetica_oportunidades_Publicacao_Preliminar.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

MAIER, Aline de Brito *et al.* Biocombustíveis e a mitigação das emissões de GEE: uma questão de sustentabilidade. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 161–173, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20873/uftv8-11190>. Disponível em:

<<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/11190/20076>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

MAGINADOR, Juliana A. Galan. **Análise dos impactos dos programas de eficiência energética e proposições de melhorias dos programas nacionais**. Dissertação [Mestrado em Engenharia Elétrica] apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia de Bauru. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Bauru. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150931/maginador_jag_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 11 jul. 2023.

PEREIRA, Rafael Celso. **Geopolítica e transição energética na Alemanha: potencialidades e desafios do hidrogênio verde**. Monografia [Graduação em Relações Internacionais] apresentada à Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31483/1/Rafael_Pereira_TCC_Geopolitica_Energetica_Alemanha_H2V_1.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

PIMENTEL, Cácia Campos. Transição energética, governança ambiental e a formulação de políticas econômicas: o Programa RENOVABIO como modelo de governança multilateral. **Revista Videre**, [S. l.], v. 11, n. 22, p. 171–184, 2019. DOI: 10.30612/videre.v11i22.10524. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/10524>>. Acesso em: 15 maio 2023.



RAÍZEN. **Transição energética: o que é, como ela ocorre no Brasil e os 5Ds.** 2023. Disponível em: <<https://www.raizen.com.br/blog/transicao-energetica>>. Acesso em: 15 maio 2023.

SANTOS, Natália. **O papel crucial das energias renováveis na transição energética global.** h2 Verde Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.h2verdebrasil.com.br/noticia/o-papel-crucial-das-energias-renovaveis-na-transicao-energetica-global/>>. Acesso em: 15 maio 2023.

SILVA, Gibson Zucca de; CARBONARI, Maria Elisa Ehrardt; PEREIRA, Adriana Camargo. **Sustentabilidade, Responsabilidade Social e Meio Ambiente.** 1.ed. São Paulo: Saraiva. 2012. 216p.

UN - NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **O que são as mudanças climáticas?** 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-sao-mudancas-climaticas>>. Acesso em: 30 maio 2023.

UOL. **Camada de ozônio.** 2023. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-camada-ozonio.htm>>. Acesso em: 30 maio 2023.

WWF – **O que é a camada de ozônio?** Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/camada_ozonio/>. Acesso em: 30 maio 2023.

ZANETTI, Lucas. **Camada de Ozônio: importância e preservação.** Estratégia Vestibulares, 2023. Disponível em: <<https://vestibulares.estrategia.com/portal/atualidades-e-dicas/camada-de-ozonio-importancia-e-preservacao/>>. Acesso em: 30 maio 2023.

Enviado: 27 de junho, 2023.

Aprovado: 21 de julho, 2023.

¹ Graduação. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1744-0824>.