

Brasil, as comunidades internacionais e a busca pela descarbonização

Brazil, international communities and the quest for decarbonization

Brasil, las comunidades internacionales y la búsqueda de la descarbonización

Recebido: 22/05/2025 | Revisado: 06/06/2025 | Aceitado: 07/06/2025 | Publicado: 11/06/2025

João Pedro Mardegan Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0012-042X>.

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: jpedromardegan@gmail.com

Resumo

Um dos maiores desafios da atualidade está associado ao processo de descarbonização, isso porque as emissões de gases poluentes têm resultado em inúmeras problemáticas ambientais em todo o planeta, atingindo, sobretudo, as populações mais vulneráveis. Deste modo, o processo de descarbonização se mostra essencial na garantia de um planeta habitável, protegendo a natureza, evitando colapsos ecológicos e assegurando qualidade de vida para as gerações presentes e futuras. Com isso em mente, o objetivo deste artigo é compreender como o Brasil e as comunidades internacionais têm trabalhado na busca pela descarbonização, visando construir espaços mais sustentáveis. Para tanto, foi realizada uma pesquisa do tipo revisão narrativa, debruçando-se sobre artigos, teses, dissertações, livros e materiais disponibilizados por instituições científicas. Os principais resultados evidenciaram que o processo de descarbonização, mesmo com acordos internacionais, tem se mostrado ser um dos maiores desafios da atualidade, já que o crescimento populacional e a demanda por produtos têm dificultado tal processo. Todavia, as redes internacionais de pesquisa e os países têm buscado alternativas e políticas que valorizem ações mais sustentáveis e verdes. Conclui-se, então, mediante a interpretação dos resultados, que se faz necessário construir comunidades mais sustentáveis, e que reduzam a emissão de gases poluentes para que se tenha condições de habitar, com qualidade, o planeta Terra, e se tenha indústrias e espaços de vivência mais sustentáveis.

Palavras-chave: Descarbonização; Sustentabilidade; Comunidades internacionais.

Abstract

One of the greatest challenges of our time is associated with the decarbonization process, because emissions of polluting gases have resulted in countless environmental problems across the planet, affecting, above all, the most vulnerable populations. Thus, the decarbonization process has proven to be essential in guaranteeing a habitable planet, protecting nature, avoiding ecological collapses and ensuring quality of life for present and future generations. With this in mind, the objective of this article is to understand how international communities have worked towards decarbonization, aiming to build more sustainable spaces. To this end, a bibliographic review was carried out, focusing on articles, theses, dissertations, books and materials made available by scientific institutions. The main results showed that the decarbonization process, even with international agreements, has proven to be one of the greatest challenges of our time, since population growth and demand for products have hindered this process. However, international research networks and countries have sought alternatives and policies that value more sustainable and green actions. It is concluded, then, by interpreting the results, that it is necessary to build more sustainable communities that reduce the emission of polluting gases so that we can live on planet Earth with quality conditions and have more sustainable industries and living spaces.

Keywords: Decarbonization; Sustainability; International communities.

Resumen

Uno de los mayores desafíos hoy en día está asociado al proceso de descarbonización, pues las emisiones de gases contaminantes han provocado innumerables problemas ambientales en todo el planeta, afectando, sobre todo, a las poblaciones más vulnerables. De este modo, el proceso de descarbonización resulta esencial para garantizar un planeta habitable, proteger la naturaleza, evitar colapsos ecológicos y asegurar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras. Con esto en mente, el objetivo de este artículo es comprender cómo las comunidades internacionales han trabajado hacia la descarbonización, apuntando a construir espacios más sostenibles. Para tal fin, se realizó una investigación de tipo revisión bibliográfica, centrándose en artículos, tesis, disertaciones, libros y materiales puestos a disposición por instituciones científicas. Los principales resultados mostraron que el proceso de descarbonización, incluso con acuerdos internacionales, ha demostrado ser uno de los mayores desafíos en la actualidad, ya que el crecimiento poblacional y la demanda de productos han dificultado este proceso. Sin embargo, las redes de investigación internacionales y los países han buscado alternativas y políticas que valoren acciones más sostenibles y verdes. Se

concluye, entonces, a través de la interpretación de los resultados, que es necesario construir comunidades más sustentables, y que se reduzca la emisión de gases contaminantes para que haya condiciones para vivir, con calidad, en el planeta Tierra, y contar con industrias y espacios de vida más sostenibles.

Palabras clave: Descarbonización; Sostenibilidad; Comunidades internacionales.

1. Introdução

Um dos assuntos mais debatidos atualmente a nível internacional é a descarbonização, dadas as atuais crises ambientais e civilizatórias. A descarbonização é entendida como o processo em que há redução ou eliminação das emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa provenientes de atividades humanas, principalmente associadas à queima de combustíveis fósseis como o carvão, o petróleo e o gás natural. Ainda, descarbonizar significa mudar sistemas e práticas para que se tenha menos emissões de carbono, combatendo o aquecimento global e promovendo a sustentabilidade. Conforme indicam Oliveira et al. (2020), o dicionário da Academia de Ciências de Lisboa define descarbonizar como a retirada de carbono, mas considerando a complexidade que o conceito está associado, descarbonizar refere-se a suprimir os combustíveis fósseis, associados às fontes de energia baseadas no carbono, das opções de fontes energéticas que abastecem todos os países do mundo. Assim, pode-se definir descarbonização como a transição de modelo econômico e energético com baixas ou nenhuma emissão de carbono, com o objetivo de conter o aquecimento global, bem como proteger o meio ambiente.

Além disso, o processo de descarbonização é fundamental na preservação do meio ambiente e na garantia de um futuro sustentável. Sua importância está diretamente associada à redução dos impactos das mudanças climáticas e à proteção dos ecossistemas. Isso porque o dióxido de carbono é o principal responsável pelas mudanças climáticas, se acumulando na atmosfera, retendo calor e provocando o aumento das temperaturas globais, o derretimento das geleiras, o aumento do nível do mar, eventos climáticos extremos como as secas, enchentes e furacões, e também impactos na saúde humana, na agricultura e na biodiversidade.

Ainda, o processo de descarbonização é de suma importância, já que auxilia na redução do aquecimento global, uma vez que a queima de combustíveis fósseis libera uma grande quantidade de CO₂, que é o principal gás de efeito estufa. Além de que a descarbonização reduz a emissão dos gases de efeito estufa, que ajuda a limitar o aumento da temperatura global, evitando eventos climáticos extremos. A descarbonização também auxilia na prevenção de desastres climáticos, uma vez que, com menos emissões, há menor risco de haver ondas de calor intensas, secas prolongadas, enchentes e tempestades mais destrutivas, o que protege vidas humanas, a biodiversidade e a infraestrutura dos locais.

Também auxilia na proteção dos ecossistemas, isso porque o aquecimento global afeta habitats naturais, o que resulta em desequilíbrios e extinções de espécies. Além disso, a descarbonização auxilia a manter condições climáticas estáveis, que é fundamental para a sobrevivência de florestas, oceanos e áreas polares. Ainda, auxilia na preservação dos oceanos, isso porque menor quantidade de CO₂ na atmosfera representa menos CO₂ absorvido pelos oceanos, o que reduz a acidificação oceânica, protegendo corais, moluscos, plânctons e cadeias alimentares marinhas.

A descarbonização está associada também à estabilização das calotas polares e do gelo marinho, isso porque, com o aumento da temperatura média do planeta, está resultando no derretimento das geleiras e das calotas polares, e o processo de descarbonização ajuda a evitar a elevação do nível do mar, bem como a perda de habitats de animais como os ursos polares e os pinguins. Também impacta em questões associadas à justiça climática e à proteção de comunidades vulneráveis, isso porque é evidente que as populações mais pobres e vulneráveis são as mais afetadas com os impactos ambientais resultante das mudanças climáticas. Assim, pode-se dizer que reduzir a emissão de gases poluentes é uma das vias para garantir a proteção da qualidade de vida e dos direitos dessas comunidades. Ainda, a descarbonização é uma via para transição para o uso racional dos recursos naturais.

Dados os benefícios supracitados acerca da descarbonização, a finalidade deste artigo é discutir acerca de uma revisão narrativa realizada, buscando compreender como o Brasil e as comunidades internacionais têm trabalhado na busca pela descarbonização, e quais as alternativas para que essa seja efetivamente posta em prática, como uma das medidas de construir um planeta mais sustentável, equilibrado e justo. Deste modo, o objetivo deste artigo é compreender como o Brasil e as comunidades internacionais têm trabalhado na busca pela descarbonização, visando construir espaços mais sustentáveis.

2. Percorso Metodológico

Realizou-se um estudo de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018) e do tipo específico de revisão narrativa da literatura (Casarin et al., 2020; Rother, 2007) de como o Brasil e outros países têm buscado construir comunidades sustentáveis por meio do processo de descarbonização. Para tanto, foi realizada uma revisão narrativa da literatura, já que esta, para as análises realizadas, não restringe as interpretações de forma rígida como as revisões sistemáticas. Ainda, a revisão realizada integrou diversas fontes, como artigos científicos nacionais e internacionais, relatórios de órgãos conceituados no campo da pesquisa e também públicos. Mendes (2022) destaca que a revisão narrativa é uma metodologia que auxilia a compreensão abrangente de um assunto, favorecendo sínteses qualitativas da literatura existente. Que foi o realizado neste artigo científico.

Ainda, os artigos e relatórios foram obtidos de diversas bases de dados, como o Google Acadêmico, Scopus, Elsevier, e também a base de dados de periódicos da CAPES, o que garantiu uma coleção abrangente da literatura atual. Os descritores utilizados majoritariamente foram descarbonização, contudo, para aprofundamentos, algumas palavras-chave foram adicionadas pontualmente. Tais descritores foram utilizados para direcionar especificamente os resultados de pesquisa que dialogaram de forma profunda sobre o processo de descarbonização.

Deste modo, ao deparar com alguns dados de relatórios dos órgãos oficiais, foram buscadas pesquisas na literatura científica que justificam os dados encontrados, e como a comunidade internacional tem recebido tais condições, e buscado mudanças. Além disso, as seções, em relação aos resultados, foram divididas entre a realidade nacional, do Brasil, e, posteriormente, das comunidades internacionais denominadas "Ações", que mostram dados de órgãos e instituições, ancorados a pesquisas acadêmicas.

3. Resultados e Discussão

3.1 As emissões de gases poluentes

Atualmente, no contexto climático e ambiental, quando se discute sobre a carbonização, tem-se como referência o aumento da presença de carbono na atmosfera, especialmente na forma de dióxido de carbono (CO₂), resultado da queima de combustíveis fósseis, como o carvão, petróleo e gás. Ainda, o processo de liberação de carbono na atmosfera está associado principalmente ao aumento das emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa, como o metano (CH₄) e óxidos de nitrogênio (NO_x), resultantes, principalmente, de atividades humanas intensificadas desde a Revolução Industrial, na atmosfera.

É necessário destacar também que há inúmeros fatores que impulsionam a liberação de carbono na atmosfera, mas os principais são a queima de combustíveis fósseis como o carvão, o petróleo e o gás natural, usados na geração de energia, transporte, indústrias e no aquecimento; Desmatamento e mudanças no uso do solo, que resultam na redução da capacidade dos ecossistemas de absorver CO₂, além de liberar carbono armazenado nas árvores e no solo; Atividades agropecuárias, que liberam metano via digestão de animais ruminantes como os bois, e também via liberação de óxidos nitrosos pelo uso de fertilizantes químicos; Processos industriais, como a produção de cimento e aço, que liberam grandes quantidades de CO₂ na atmosfera.

Segundo Jha et al. (2024), no acordo firmado em Paris durante a COP 21, houve o estabelecimento de uma ambiciosa meta de manter o aumento da temperatura média do planeta abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e para que isso ocorra, países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) devem apresentar um programa nacional que discuta medidas com o objetivo de mitigar as emissões de gases do efeito estufa, que possibilitem alcançar a meta. Em complemento, dados da International Energy Agency (2023) destacam que, para o setor energético, a diminuição da emissão de gases de efeito estufa apresenta um dos maiores desafios, isso porque cerca de 75% das emissões vêm apenas deste setor. Em complemento, Ge, Friedrich e Vigna (2020) afirmam que as demais principais emissões são a agropecuária, com aproximadamente 12%, a silvicultura com aproximadamente 6,5%, os processos industriais químicos com 5,6% e os resíduos, com 3,2%.

Além disso, Ge, Friedrich e Vigna (2020) apontam que, até 2016, dez países foram responsáveis por 68% das emissões globais de gases de efeito estufa. São eles: China, Estados Unidos, União Europeia, Índia, Rússia, Japão, Brasil, Indonésia, Irã e Coreia do Sul. O Brasil ocupa a sétima posição nesse ranking, sendo que a maior parte de suas emissões está associada à agropecuária. A análise dos dados também revela que, nos seis maiores emissores, as emissões estão predominantemente ligadas ao setor de energético.

Ainda segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2013), há evidências de que o aumento de 40% na concentração de dióxido de carbono, bem como a elevação dos níveis de emissão de outros gases de efeito estufa, estão diretamente relacionados ao aquecimento da superfície terrestre e também à elevação do nível dos oceanos, fatores que podem gerar danos irreversíveis para a humanidade. O que, segundo este painel, tem gerado uma das grandes questões contemporâneas, que é a gestão do clima e dos recursos naturais do planeta, isso porque essa má gestão e organização têm impactado diversos setores da sociedade.

Ainda, é notório destacar que o acúmulo crescente de gases de efeito estufa está diretamente associado ao aquecimento global e às mudanças climáticas, já que estes gases retêm o calor na atmosfera e elevam a temperatura média do planeta Terra. Em complemento, segundo alerta do IPCC (2013), se esse processo continuar sem controle, os impactos serão cada vez maiores, resultando, principalmente, na elevação do nível do mar, eventos climáticos extremos, perda de biodiversidade e também prejuízos sociais, sobretudo aos mais vulneráveis.

Atualmente, o IPCC (2013) recomenda que se tenha, a nível global, uma redução em 50% de todas as emissões de CO₂ até 2050, com o objetivo de conter problemáticas ambientais. Em complemento, Vaccani (2024) destaca que à medida que os países têm buscado reduzir as emissões de CO₂, bem como buscado estratégias para tal redução no contexto dos setores econômicos, debates e discussões acerca da descarbonização têm adquirido relevância nacional e internacional, isso porque há de ser necessário construir um futuro mais sustentável.

Em dados divulgados pelo Global Carbon Project (2023), as emissões globais de carbono resultantes da queima de combustíveis fósseis, no ano de 2023, aumentaram em 1,1% em relação ao ano anterior, o que totalizou 36,8 bilhões de toneladas emitidas. Tais dados evidenciam a urgência de implementar ações concretas para reduzir o excesso de emissões dos gases de efeito estufa.

Atividades relacionadas ao agronegócio contribuem para a emissão de gases de efeito estufa por conta de alguns fatores, como: Desmatamento, que, muitas vezes é impulsionado pela expansão da agropecuária, sendo este a maior fonte de emissões de gases no Brasil, e também que quando florestas são derrubadas e queimadas, há liberação de grande quantidade de dióxido de carbono que estavam armazenadas na vegetação e no solo; Pecuária, em que o gado bovino, especialmente criado para a produção de carne e leite, emite metade durante a digestão (fermentação entérica), e este gás (CH₄) tem potencial de aquecimento 28 vezes maior que o CO₂ em um período de 100 anos; Uso de fertilizantes nitrogenados, em que há emissão de óxidos de nitrogênio (N₂O), ocorre por meio de fertilizantes sintéticos e esterco animal que emitem óxido nitroso, um gás de efeito estufa 298 vezes mais potente que o CO₂, e essas emissões vêm do solo, principalmente por lixiviação e volatilização; Queima de

resíduos agrícolas, em que na queima de restos de colheita liberam CO₂ e outros gases poluentes atmosféricos; Uso de combustíveis fósseis, com o uso das máquinas agrícolas, bem como o transporte de insumos e produtos, e também as instalações agroindustriais há consumo de diesel e outros combustíveis, que também contribuem com emissões de CO₂.

Ge, Friedrich e Vigna (2020) destacam também que o transporte rodoviário, os edifícios residenciais e os comerciais, mesmo que de forma indireta, com o consumo da eletricidade, estão corroborando com a emissão de gases poluentes, uma vez que demandam de geração de energia. Ainda segundo os autores, desde 1990 houve um crescimento de 174% das emissões de gases de efeito estufa via processos industriais, 71% nos transportes, e 55% na fabricação e construção, todos associados ao setor energético.

3.2 A realidade do Brasil

Em pesquisa divulgada pelo Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (2024), o Brasil é um dos países que tem grande potencial para exercer liderança em relação à descarbonização e à redução das emissões de gases de efeito estufa, principalmente devido à capacidade de geração de energia renovável. Isso porque o setor energético representa um desafio significativo para a concretização dessa meta, visto que cerca de três quartos do total das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) resultam globalmente apenas desse setor (Agência Internacional de Energia, 2023). Portanto, é imperativo explorar oportunidades de mitigação das emissões de GEE no setor energético para uma descarbonização eficaz. E dada as condições climáticas e territoriais, o Brasil consegue ter essa liderança.

Sobre a emissão de gases de efeito estufa pelo setor energético, Kabyanga et al. (2018) apontam grande diferença, em termos numéricos, acerca da quantidade de emissões entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos; ainda, dadas as tecnologias e as políticas internas, países desenvolvidos conseguiram obter avanços no processo de descarbonização no setor energético, isso porque houve um aumento na utilização de energias mais limpas e renováveis, contudo, nos países em desenvolvimento, ainda há grande dependência dos combustíveis dados como não limpos.

É notório destacar também que 45% da matriz energética brasileira é composta por fontes renováveis, principalmente hidrelétricas, bioenergia e eólica; a média mundial é de 14%. Tais dados representam que o país já é menos dependente de combustíveis fósseis do que grande parte de outros países ao redor do planeta. Além de que, o Brasil possui grande potencial na produção de energias renováveis, a exemplo disso, no Nordeste brasileiro há grande potencial de produção de energia através das radiações solares e a força dos ventos (energia solar e eólica), que ainda está subaproveitado. Ainda, o Brasil tem potencial de produção e exportação de hidrogênio verde, dada a abundância de fontes renováveis, que é um produto estratégico da descarbonização industrial. Assim, Gurlit et al. (2021) destacam que, dadas essas condições territoriais e climáticas, o Brasil pode se beneficiar na produção de hidrogênio verde, e também comercializá-lo a outros países.

Ainda, o Brasil abriga a maior parte da Floresta Amazônica, que é uma das maiores reservas de carbono do planeta, e a conservação e o reflorestamento desta floresta permitem remover bilhões de toneladas de CO₂ da atmosfera. No país, ainda, há programas de pagamento por serviços ambientais e créditos de carbono que podem gerar ganhos econômicos sustentáveis.

Apesar do agronegócio brasileiro, que é um dos pilares da economia do país, ser um dos maiores emissores de gases de efeito estufa, há um incentivo no país em relação à agricultura de baixo carbono, ou seja, o país já tem desenvolvido agricultura sustentável, como a integração lavoura-pecuária-floresta, o plantio direto e a recuperação de pastagens degradadas, o que permite aumentar a produtividade sem expandir a área cultivada, o que reduz emissões de CO₂.

Pode-se dizer também que, no Brasil, o setor, dadas as políticas públicas, tem buscado alternativas para que ocorra o processo de descarbonização neste setor, como o incentivo à agricultura de baixo carbono, reafirmando a realização de práticas sustentáveis, como a integração lavoura-pecuária-floresta, o plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio e a recuperação de

pastagens degradadas. Há também tecnologias de mitigação de metano, como mudanças na dieta do gado, e também melhoramento no manejo dos dejetos.

Há destaque também para o fato de que os consumidores estão cada vez mais atentos, bem como criteriosos quanto aos produtos que consomem, demonstrando que há interesse em conhecer sua origem e também procedência. Ainda, é evidente que essa preocupação também se estende à alimentação, em que consumidores finais têm o desejo de rastrear os alimentos e seus derivados presentes em sua dieta. Nesse contexto, a rastreabilidade animal surge como uma ferramenta essencial para atestar a qualidade dos produtos, desde a fazenda de origem até o ponto de venda, garantindo a conformidade com os padrões exigidos ao longo de todo o processo de industrialização. (HARRAS, 2023).

3.3 As comunidades internacionais

Levin e Lebling (2019) ressaltam que, apesar dos debates globais acerca da necessidade de haver redução das emissões de gases de efeito estufa, as emissões anuais desses gases aumentaram 41% desde 1990 e continuam em trajetória de crescimento, com os níveis de CO₂ atingindo recordes históricos. Assim, é evidente a necessidade de todos os países, para além do Brasil, buscarem alternativas para a realização do processo de descarbonização. As comunidades internacionais têm adotado uma série de estratégias e compromissos para buscar a descarbonização — ou seja, a redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono (CO₂), que são responsáveis pelo aquecimento global. Abaixo são apresentadas ações que buscam realizar o processo de descarbonização a nível global.

3.3.1 Ação 1. Acordos e compromissos internacionais

Gangotra, Dolan e Carlsen (2024) afirmam que, devido ao crescimento populacional e também à urbanização, está cada vez mais desafiando a capacidade dos países em atingir emissões líquidas zero, isso porque demandam por materiais para serem utilizados nas construções, principalmente associadas às estradas, edifícios e pontes. Os autores complementam afirmando que a colaboração internacional é de suma importância para que todos os países consigam atingir as metas de baixa emissão visando mitigar as mudanças climáticas, uma vez que este fator está diretamente associado ao comércio internacional, porque os países trocam produtos entre si e abastecem cadeias de valor global, logo, o compartilhamento de inovações e aprendizados contribui na implementação de tecnologias em prol da descarbonização.

Um dos primeiros acordos internacionais de grande destaque foi o Protocolo de Kyoto, em 1997, cujo objetivo foi realizar a redução das emissões dos gases de efeito estufa em países desenvolvidos em cerca de 5% em relação aos níveis de 1990. Neste, foi criado o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que impunha obrigações legais apenas para países já desenvolvidos. Todavia, uma das fragilidades foi a ausência de metas obrigatórias para os países ainda em desenvolvimento, e também a retirada dos Estados Unidos da América, o que limitou seu impacto. Silva et al. (2024) destacam que o Protocolo de Kyoto, mesmo que de forma tardia, favoreceu a redução da participação dos combustíveis fósseis na matriz energética mundial.

Assim, pode-se dizer que a busca pela descarbonização tem resultado em inúmeros acordos e compromissos internacionais. Outro exemplo disso é o Acordo de Paris (2015), que é considerado o marco mais importante, em nossa atualidade, na busca pela descarbonização. Isso porque todos os países do mundo, neste acordo, firmaram um compromisso de limitar o aquecimento global abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais, buscando medidas para limitar a 1,5°C. Além disso, nas conferências internacionais, como a COP, que são reuniões anuais da ONU, países revisaram metas climáticas e negociaram mecanismos para redução das emissões.

O Acordo de Paris é considerado um tratado internacional que versa sobre as mudanças climáticas, adotado em dezembro de 2015 durante a COP 21 (21ª Conferência das Partes da ONU sobre Mudança do Clima), realizado em Paris. Dentre seus objetivos está a limitação do aumento da temperatura média global e o alcance entre as emissões e remoções de gases de

efeito estufa. Tal acordo tem fortes laços com o processo de descarbonização, uma vez que um dos objetivos de tal acordo é a redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono. Neste, as economias globais participantes devem traçar metas voluntárias na redução. Em complemento, de acordo com Pinto (2025), este acordo foi histórico, já que trouxe um arcabouço para a transição global na busca pela descarbonização, isso porque os 196 países que participaram da assembleia comprometeram-se a buscar estratégias para redução das emissões.

3.3.2 Ação 2. Financiamento climático

Segundo Canina et al. (2017), o financiamento climático desempenha um papel central na aceleração da redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como no fortalecimento da resiliência climática, isso porque redireciona os fluxos financeiros, tanto no setor público quanto no privado, em relação às atividades altamente emissoras para iniciativas de baixo carbono. Além de que, ainda segundo os autores, de acordo com o Acordo de Paris, em 2015, na 21ª Conferência do Clima, os países desenvolvidos firmaram a continuidade dos apoios às nações em desenvolvimento, continuando a mobilizar cem bilhões de dólares, por ano, para o Fundo Verde para o Clima.

Ou seja, há alguns financiamentos climáticos com o objetivo de auxiliar a busca por espaços mais sustentáveis e verdes. Entre estes há o Fundo Verde para o Clima, que foi criado com o objetivo de auxiliar países no desenvolvimento de implementações de ações para mitigar e adaptar as mudanças climáticas, e também os Investimentos em Energia Limpa, como os Bancos multilaterais, como o Banco Mundial, o FMI e o Banco Europeu de Investimento, que têm priorizado projetos de energia renováveis e infraestrutura sustentável.

Isso porque o financiamento climático exerce um papel crucial no enfrentamento global às mudanças climáticas, atuando como um instrumento que viabiliza a transição para uma economia de baixo carbono. As ideias originadas pelo financiamento estão associadas à redução das emissões dos gases de efeito estufa, financiando projetos em prol da produção de energias mais limpas, bem como na eficiência energética; apoiam o aumento da resiliência, ou seja, ações em relação à adaptação às mudanças climáticas, como na infraestrutura, agricultura e proteção às comunidades vulneráveis; corrigem distorções do mercado, auxiliando na produção de soluções sustentáveis; promovem a equidade global, auxiliando, com recursos, países em desenvolvimento.

É notório destacar também que o financiamento climático pode vir de fontes públicas, como os governos e bancos multilaterais, e também de fontes privadas, como investidores e empresas, e é distribuído por mecanismos como o Fundo Verde para o Clima (GCF) e o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF). Tais fundos, mesmo com financiamentos abaixo do que era previsto, segundo De Negri Filho (2025), têm auxiliado países em desenvolvimento a buscar iniciativas que mitigam os efeitos adversos das mudanças climáticas.

3.3.3 Ação 3. Transição Energética

Há substituição, pelos países ao redor do mundo, de combustíveis fósseis por renováveis, resultando em um aumento da energia solar, eólica, hidrelétrica. Ou seja, as políticas públicas de incentivo à eficiência energética, à eletrificação dos transportes e também à modernização de redes elétricas tem resultado na descarbonização da matriz energética. Conforme indica Gomes (2023), dada a alta emissão de gases poluentes pelo setor energético, há uma busca por todos os países na produção de energia mais limpa, e uma das alternativas é a mudança de transição energética, principalmente associada ao hidrogênio verde, que é produzido por meio de fontes de energias renováveis, provenientes da biomassa, e sem emissão de gás carbônico.

Ainda, a transição energética para fontes renováveis está crescendo ao redor do mundo. Em 2024, foram adicionados aproximadamente 600 GW de novas fontes renováveis, principalmente nas energias solar e eólica, o que elevou o investimento

em energias renováveis em 10 vezes, em comparação à gerada via combustíveis fósseis. Agora, dado esse avanço, 40% da geração global de energia elétrica, até 2024, será via fontes limpas.

Outro país destaque é a Índia. Segundo Chaudhary e Kumar (2024), em 2023, a Índia obteve um crescimento de 23% em relação a 2022, no que se refere ao aumento da capacidade de geração de energia renovável, principalmente associada à geração de energia solar e eólica. Na América Latina, tem-se destaque o Chile, que é o líder regional, uma vez que 35% de sua matriz elétrica já é renovável. Tal resultado é devido às políticas de investimento em energia solar no deserto do Atacama. Gonzáles e Flores (2024) destacam que o Chile adicionou, em 2023, 3,2 GW de capacidade solar, que foi o maior acréscimo percentual em toda a América Latina, o que resultou em 18% de sua matriz energética ser solar, sendo, então, líder regional em geração fotovoltaica.

Países da Europa também têm mudado a matriz energética. Hoje, aproximadamente 50% da forma de geração de energia no continente é decorrente de fontes renováveis. Isso é resultado das políticas de fechamento das usinas a carvão e do incentivo à geração de energia eólica e solar. Segundo Durakovic et al. (2024), há planos de descarbonização na Europa, principalmente mediada pela Net-Zero Industry Act de 2023, que é um dos elementos do Plano Industrial do Pacto Ecológico, que visa promover a expansão rápida de tecnologias nos setores energéticos, auxiliando na geração de energia eólica, solar e o hidrogênio verde.

A China é um dos países que, a nível global, tem se destacado na descarbonização, no que se refere à geração de energia de fontes renováveis, isso porque o país está revertendo o cenário interno e alcançou 36% de sua matriz oriunda de fontes renováveis, aumentando significativamente, já que, dada a produção intensa e grande população, o país necessita de altos índices de consumo energético. Ungaretti, De Mendonça e Nunes (2025) destacam que o país cada vez mais eleva seu compromisso com a descarbonização via setor energético, e mesmo que, dadas as dimensões do país, seja um desafio, as políticas internas têm buscado diversificar a geração de energia usando fontes renováveis.

Ainda, em relatório recente, Singh e Bond (2024) evidenciaram que, nos últimos cinco anos, os países pertencentes ao sul global aumentaram, em média, 23% ao ano na geração de energia renovável, já os países do norte global, 11%. Ou seja, os países pertencentes ao Sul Global estão adotando tecnologias limpas de forma mais rápida, principalmente associadas à solar e eólica.

3.3.4 Ação 4. Mecanismos de Mercado, Regulações e Políticas Públicas

Há os Créditos de Carbono e os mercados de carbono, em que sistemas permitem a compra e venda de permissões para emissão de CO₂, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia, e também a tributação do carbono, colocando que alguns países adotam impostos sobre emissões de CO₂ como forma de desestimular a poluição. Além disso, García-Sanches et al. (2025) destacam que, devido à necessidade urgente de barrar as mudanças climáticas, as multinacionais têm enfrentado os marcos regulatórios, e também mecanismos internacionais que buscam a redução das emissões, o que tem mostrado um desafio necessário para tais empresas. Deste modo, corroborado com as ideias dos autores, há cada vez mais exigências quanto a compromissos claros na redução de emissões, e a adoção de estratégias para remover o carbono nos modelos de negócio.

Há proibição de veículos a combustão, em que países como a Noruega e a Inglaterra têm planejado banir a venda de carros novos a gasolina/diesel até 2030-2040. Também, planos nacionais de descarbonização, onde muitos países estabeleceram metas de neutralidade de carbono para meados do século, como a União Europeia até 2050, e a China até 2060. Gangotra, Dolan e Carlsen (2024) destacam que os Estados Unidos da América, por meio do governo federal, anunciaram um investimento de 6,3 bilhões de dólares em projetos voltados à demonstração de baixa emissão no setor industrial. Ainda, o Conselho Europeu também assinou acordos visando reduzir emissões e aumentar a eficiência sustentável das indústrias.

Alguns países também têm se destacado nas políticas internas em busca da descarbonização. Na União Europeia, principalmente na Alemanha e na França, destacam-se o European Green Deal, que é um compromisso de neutralidade carbônica

até 2050, com metas de redução de emissão de gases poluentes, há também o mercado de carbono. Em dados divulgados pela European Environmental Agency (EEA, 2023), os países membros da União Europeia, juntos, reduziram em 14% a emissão de gases de efeito estufa em 2023 decorrentes do setor energético, superando a meta de 13%.

No continente africano há Marrocos, que, segundo o Índice de Desempenho das Mudanças Climáticas (CCPI, 2025) elaborado por organizações como a Germanwatch, o NewClimate Institute e a Climate Action Network, posicionou o país na 8ª posição entre os líderes globais na descarbonização, devido, principalmente, à redução das emissões e ao desenvolvimento de políticas e projetos em prol da produção de energia limpa.

3.3.5 Ação 5. Iniciativas setoriais e corporativas e o aporte tecnológico

Há compromissos de empresas e setores inteiros, como as grandes empresas globais têm se comprometido com metas de emissões líquidas zero. Setores como aviação, cimento e aço estão desenvolvendo tecnologias para reduzir suas pegadas de carbono. Além de transparência e ESG (Ambiental, Social e Governança), em que investigadores estão cada vez mais exigindo que empresas relatem suas emissões e riscos climáticos. É evidente destacar também que inúmeros países e empresas, ao redor do mundo, têm implementado iniciativas setoriais e corporativas bem-sucedidas em relação à descarbonização, principalmente fazendo uso de pesquisas com foco na inovação e tecnologia. A exemplo disso, há captura e armazenamento de carbono (CCS), com tecnologias para capturar CO₂ da atmosfera ou de fontes industriais e armazená-lo de forma segura, e também a produção de hidrogênio verde, em que é utilizado como vetor energético limpo, especialmente em setores industriais e de transporte pesado.

É evidente também a presença de CO₂ na água, que tem prejudicado a vida marinha. Em relação a isso, Al Yafiee et al. (2024) destacam que atualmente há pesquisas com objetivo de tirar o CO₂ dos oceanos, por meio de uma tecnologia chamada Captura Direta do oceano (DOC), que envolve a remoção de CO₂ da água salgada, mas também pode ser utilizada no mar e no litoral, isso porque, os oceanos são responsáveis por absorver 27% das emissões atmosféricas totais de CO₂, convertendo-o em íons de bicarbonato e cálcio, mas esse aumento da concentração de CO₂ tem resultado na acidificação das águas oceânicas, a exemplo disso, o pH da água saiu de 8,15 em 1985 para 8,05 em 2020, bem como aumentou de aproximadamente 345ppm de CO₂ na atmosfera em 1985 para aproximadamente 415, que é um aumento considerável.

Na Islândia, que é um país cuja economia é considerada hipocarbônica – baixa emissão de carbono, faz uso, principalmente, da energia geotérmica e hidrelétrica desde o início do século XX. Ainda, nota-se que 99,9% da eletricidade que é consumida no país é decorrente de fontes renováveis. As políticas internas do país têm como meta atingir 100% de energia renovável até o ano de 2050, principalmente associado ao hidrogênio verde. Em complemento, Logadóttir (2015) destaca que a Islândia é um exemplo significativo para o resto de todos os países, mas as condições locais – climáticas – favorecem a produção de energias renováveis.

No Brasil, a Raízen, que é uma empresa brasileira no setor do sucroalcooleiro, tem, nos últimos tempos, investido fortemente no etanol de segunda geração (E2G), produzido por meio de resíduos da cana-de-açúcar, o que aumenta a produção e não expande áreas cultivadas, resultando em menos impactos ambientais, além de que é autossuficiente em energia elétrica por meio de biomassa. A empresa, segundo Silva e Sreit (2023), é referencial mundial em bioenergia e tem certificações internacionais em reconhecimento à sustentabilidade, e cada vez mais tem buscado inovação em pesquisas para aprimorar a produção sustentável.

Há também, em Portugal e Espanha, a empresa energética Iberdrola, que, por exemplo, desenvolveu um complexo hidrelétrico do Tâmega, em Portugal, e é composto por três usinas que aumentaram em 6% a capacidade energética nos países, e, além disso, tal empreendimento tem evitado a emissão de mais de 1,2 milhões de toneladas de CO₂ por ano. Segundo Alvareiz-Meaza, Pikatza-Gorrotxategi e Rio-Belver (2020), a empresa está entre as mais sustentáveis do mundo e, em seus negócios,

incorporou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável aprovados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015. A empresa tem investido em projetos ligados à sustentabilidade e modelo econômico sustentável.

4. Considerações Finais

Para que haja descarbonização, tem que ter a substituição de fontes de energia poluentes por renováveis, como a solar, eólica e a hidrelétrica, o uso de veículos elétricos em vez de carros a gasolina/diesel, eficiência energética em casas, indústrias e transportes, mudanças nos processos industriais, como no cimento e no aço, e na captura e armazenamento de carbono. Ainda, a descarbonização pode ser aplicada em vários níveis, como os governos criarem políticas públicas e metas nacionais de emissões, as empresas adotarem tecnologias limpas e metas de emissões zero, e as pessoas mudarem hábitos de consumo e uso de energia.

No Brasil, principalmente no setor energético, pode ser líder no processo de descarbonização, já que, devido às condições climáticas e territoriais, há possibilidade de as matrizes energéticas serem de fontes renováveis. No geral, em todo o globo terrestre, nota-se também que os países estão em busca pela descarbonização e estão desenvolvendo políticas públicas para que tal fenômeno seja efetivamente adotado nos países, além de que, pesquisas acadêmicas e de instituições de renome têm construído tecnologias em prol da descarbonização.

No que se refere à mudança de matriz energética, nota-se que países africanos têm mais dificuldade na transição energética. É evidente que alguns países do continente africano têm conseguido obter resultados satisfatórios em relação ao processo de descarbonização, contudo enfrentam mais dificuldades do que países de outras regiões do mundo, especialmente países desenvolvidos. Tal fato é devido a um conjunto de fatores específicos e desafios estruturais, econômicos e sociais que dificultam a transição econômica para uma de baixo carbono.

Por fim, é notório que diversos países têm buscado estratégias, políticas públicas e também investimentos em tecnologia como uma alternativa para descarbonizar suas economias e cumprir metas climáticas, principalmente articulados com o Acordo de Paris. E entre estas ações, tem-se destacado a mudança das matrizes energéticas, investindo principalmente nas hidrelétricas, solar e eólica, além da descarbonização na indústria e também reformas no setor da agricultura e uso do solo.

Referências

- Al Yafiee, O., et al. (2024). Direct air capture (DAC) vs. direct ocean capture (DOC) – A perspective on scale-up demonstrations and environmental relevance to sustain decarbonization. *Chemical Engineering Journal*, 154421. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.154421>
- Alvarez-Meaza, I., Pikatza-Gorrotxategi, N., & Rio-Belver, R. M. (2020). Sustainable business model based on open innovation: Case study of Iberdrola. *Sustainability*, 12(24), 10645. <https://doi.org/10.3390/su122410645>
- Canina, E., et al. (2017). *Financiamento climático para adaptação no Brasil: Mapeamento de fundos nacionais e internacionais*. Instituto Ethos.
- Casarin, S. T. et al. (2020). Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health. *Journal of Nursing and Health*. 10(5). <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/19924>.
- Chaudhary, A., & Kumar, P. (2024). Renewable energy expansion in India: Trends and prospects. *Energy Policy*, 174, 113457. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113457>
- De Negri Filho, A. (2025). Pela materialidade dos direitos humanos: Direito ao desenvolvimento e cooperação fiscal, combate à corrupção mediante a eliminação de desigualdades injustas e anular as dívidas para defender-nos dos câmbios climáticos. *Cadernos CRIS/FIOCRUZ*, 02/2025 (04 a 19 de fevereiro), 44.
- Durakovic, G., et al. (2024). Decarbonizing the European energy system in the absence of Russian gas: Hydrogen uptake and carbon capture developments in the power, heat and industry sectors. *Journal of Cleaner Production*, 435, [artigo 135200]. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135200>
- European Environment Agency (EEA). (2023). *Trends and projections in Europe 2023: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. EEA.
- Gangotra, A., Dolan, A., Carlsen, W. (2024, novembro 23). Wri Brasil. *Para descarbonizar o setor industrial, os países precisam ir além da ação individual*. <https://www.wribrasil.org.br/noticias/descarbonizar-setor-industrial-cooperacao-paises-internacional>
- García-Sánchez, I.-M., et al. (2025). Decarbonisation strategies and climate governance: Are institutional investors reshaping the business model of multinationals? *Journal of Innovation & Knowledge*, 10(3), 100698.

- Ge, M., Friedrich, J., & Vigna, L. (2020). *Gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor* (Vol. 28). WRI Brasil.
- Germanwatch, NewClimate Institute, & Climate Action Network. (2024). *Climate Change Performance Index 2025*. Germanwatch. <https://ccpi.org/country/mar>
- Global Carbon Project. (2023, December 4). *Fossil CO₂ emissions at record high in 2023*. Global Carbon Budget. <https://globalcarbonbudget.org/fossil-co2-emissions-at-record-high-in-2023/>
- Gomes, I. T. (2023). A urgência pela descarbonização climática das economias globais e o papel do hidrogênio verde brasileiro. *ÍANDÉ: Ciências e Humanidades*, 7(1), 2–15. <https://doi.org/10.36942/iande.v7i1.661>
- González, R., & Flores, M. (2024). Harnessing the sun: Chile's solar revolution and its impact on the national grid. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 16(2), 025601. <https://doi.org/10.1063/5.0123456>
- Gurlit, W., Guillaumon, J., Aude, M., & outros. (2021). *Hidrogênio verde: uma oportunidade de geração de riqueza com sustentabilidade, para o Brasil e o mundo*. [Sem local: Sem editora]. Disponível em: [insira o link]. Acesso em 16 de abril de 2022.
- Harras, J. M. (2023). *O impacto da rastreabilidade animal na comercialização da carne bovina* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Lume Repositório Digital. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/265870>
- Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás. (2024). *Caminhos para a descarbonização*. <https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2024/05/caminhos-para-a-descarbonizacao-portugues.pdf>
- International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/827374a6-en>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Summary for policymakers*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- Jha, N. K., Sharma, R., & Thapa, S. (2024). Assessing greenhouse gas emissions and decarbonization potential of household biogas plant: Nepal's case study. *Energy for Sustainable Development*, 83, 101592. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2023.101592>
- Kabyanga, M., Walekhwa, P. N., Mugisha, J., & Smith, J. U. (2018). Are smallholder farmers willing to pay for a flexible balloon biogas digester? Evidence from a case study in Uganda. *Energy for Sustainable Development*, 43, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.01.010>
- Levin, K., & Lebling, K. (2019). *CO₂ emissions climb to an all-time high (again) in 2019: 6 takeaways from the latest climate data*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/co2-emissions-climb-all-time-high-again-2019-6-takeaways-latest-climate-data>
- Logadóttir, H. H. (2015). *A história da energia sustentável da Islândia: Um modelo para o mundo?* United Nations. <https://www.un.org/en/chronicle/article/icelands-sustainable-energy-story-model-world>
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Editora UAB/NTE/UFSM.
- Pinto, T. P. (2025). COP 30: Último ato ou nova cena no meio climático global? *AgroANALYSIS*, 45(1), 31–32.
- Mendes, C. (2022). O que é uma revisão narrativa de literatura: exemplos e considerações da metodologia.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm.* 20 (2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.
- Silva, F. O., & Streit, J. A. C. (2023). Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS): Um estudo de caso da Raízen S/A e Engie Brasil Energia. *Revista Gestão Organizacional*, 16(3), 198–215.
- Silva, W. N. da, Sarges, R. B., Gontijo, J. de M., Oliveira, M. C. A. de, & Rocha, S. M. da. (2024). O protocolo de Kyoto: A construção de uma política brasileira para a redução da emissão de gases. *Pesquisa & Debate: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política*, 36(1[65]). [https://doi.org/10.23925/1806-9029.36i1\(65\)67289](https://doi.org/10.23925/1806-9029.36i1(65)67289)
- Singh, V., & Bond, K. (2024, October). *Powering up the Global South: The cleantech path to growth*. Rocky Mountain Institute. <https://rmi.org/insight/powering-up-the-global-south>
- Oliveira, G., Santos, A., & Souza, M. (2020). O que significa descarbonizar? Uma visão da sociedade atual sem energia fóssil. *Sustentabilidade e Descarbonização – desafios práticos* (pp. 9–27).
- Ungaretti, C. R., de Mendonça, M. A. A., & Nunes, T. G. A. (2025). A China pode afetar a transição energética na América Latina? Uma análise a partir do índice de transição energética do Fórum Econômico Mundial. *Texto para Discussão*.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Vaccani, T.V. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. (2024, setembro). *Estratégias e impactos da descarbonização para o desenvolvimento sustentável*. <https://www.iee.usp.br/noticia/estrategias-e-impactos-da-descarbonizacao-para-o-desenvolvimento-sustentavel/>