



Direito Ambiental e Sociedade

## **DIREITO, ENERGIA E SUSTENTABILIDADE: UMA ANÁLISE CRÍTICA DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DE BAIXO CARBONO**

Kyvia Celine Chevalley<sup>1</sup>  
Patrícia Borba Vilar Guimarães<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Este artigo faz uma reflexão crítica sobre a transição energética de baixo carbono inserida na crise climática. Aborda as principais características da transição energética, que tende a reproduzir os padrões de produção e consumo da sociedade dos combustíveis fósseis e hidrocarbonetos, e analisa como um novo padrão energético deve ser moldado para ser justo e ecologicamente sustentável. Utiliza o método hipotético-dedutivo, o estudo é descritivo e exploratório, tem abordagem qualitativa e se desenvolve por pesquisa bibliográfica e documental. Constata que a transição energética deve observar os impactos socioambientais de toda a cadeia produtiva das energias renováveis e que deve ser inserida em um novo modelo de produção e consumo que se baseie na perspectiva da subsistência. Conclui que o Brasil mantém sua dependência econômica em combustíveis fósseis, ainda carece de normas sobre o uso dos territórios para produção energética e normas de sustentabilidade socioambiental para a cadeia produtiva das energias renováveis.

**Palavras-chave:** transição energética; energias renováveis; mudanças climáticas.

### **1 INTRODUÇÃO**

Dentre os diversos e multifacetados problemas relacionados às mudanças climáticas, a questão energética se destaca, pois, ao mesmo tempo em que ela é a principal causadora do desequilíbrio ambiental decorrente de séculos de emissões irrestritas de gases do efeito estufa na atmosfera, a sociedade depende da energia, sendo ela um dos pilares para a vida, dignidade e desenvolvimento humano. Graças à ampliação da energia disponível, as civilizações puderam

---

<sup>1</sup> Mestranda em Direito pelo Programa de Pós-Graduação em Direito (PPGD) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Graduada em Direito pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Membro do Grupo de Pesquisa do CNPq Direito, Desenvolvimento Sustentável e Inovação. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8629976921767153>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-9130-948X> E-mail: [kyviaceline@hotmail.com](mailto:kyviaceline@hotmail.com)

<sup>2</sup> Advogada. Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no Departamento de Direito Processual e Propedêutica (DEPRO). Líder da Base de Pesquisa Direito e Desenvolvimento (UFRN-CNPq). Professora vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Direito (UFRN) e ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Processos Institucionais (UFRN). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3134219236556237>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9130-3901>. E-mail: [patricia.borba@ufrn.br](mailto:patricia.borba@ufrn.br)



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

*Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia*

23 a 27 de setembro de 2024

evoluir social, cultural, econômica e tecnologicamente, portanto, a produção energética é indispensável à vida humana nos moldes atuais.

Esta constatação implica em um problema complexo de ser resolvido: como equilibrar a crescente necessidade energética do planeta com a crise ecológica e climática? A mais importante solução para esse obstáculo é uma transição energética de baixo carbono, que deveria fomentar o melhor dos dois mundos, afinal, fontes de energia renováveis produziram a energia necessária à sociedade humana sem que haja emissões de carbono na atmosfera. No entanto, vem se percebendo que a produção de energia renovável gera outros impactos socioambientais que devem ser considerados na pauta da transição energética “verde”.

É sobre essa problemática que este estudo se debruça ao questionar: o que caracteriza uma transição energética de baixo carbono verdadeiramente justa e sustentável? Desta forma, o objetivo geral da pesquisa é identificar as principais características de uma transição energética verde, abordando os entraves socioambientais a seres superados para se chegar a este fim. Para tanto, é preciso especificar o que é uma transição energética e quais as particularidades de uma transição de baixo carbono, sendo este o primeiro objetivo específico da pesquisa.

O segundo objetivo específico se volta a analisar os aspectos socioambientais que permeiam a cadeia produtiva das energias renováveis, com maior enfoque na produção energética hidrelétrica, fotovoltaica e eólica brasileira, já que cada tipo de fonte de energia renovável tem características próprias e geram impactos socioambientais próprios. Já o terceiro e último objetivo busca relacionar os aspectos que devem estar presentes em uma transição energética para que ela seja justa, eficiente e ecologicamente sustentável.

Nesse sentido, esta pesquisa se justifica pela atualidade da temática, já que a questão da transição energética está em voga na sociedade e na política, sendo do interesse de todas as discussões sobre o futuro da energia no Brasil. Além disso, é função do Direito, como uma ciência social aplicada, estabelecer diálogo com outras áreas e problemáticas que influenciem na forma como as normas jurídicas são efetivadas (ou não) na prática, sendo essencial o diálogo interdisciplinar que introduza a perspectiva de justiça climática à temática da transição energética de baixo carbono.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A proteção ao meio ambiente ecologicamente equilibrado está presente no art. 225 do texto constitucional brasileiro de 1988 como um direito-dever, ou seja, possui dois aspectos jurídicos essenciais: a) trata-se de um direito fundamental intergeracional de natureza transindividual e difusa, essencial à saudável qualidade de vida; e b) o Poder Público e a coletividade têm o dever comum de defender e proteger o meio ambiente. Além disso, outros dispositivos de preservação ecológica estão dispersos na Constituição Federal de 1988, que garante a tutela ambiental de forma ampla, buscando a manutenção das bases que sustentam todas as formas de vida nos ecossistemas nacionais (Duarte, 2003, p. 90-92).

O tratamento jurídico-constitucional das fontes de energia também são dispersos na Constituição de 1988, estabelecidos como bens da União (art. 20, VIII, referente aos potenciais de energia hidrelétrica), como competência da União para explorar os serviços e instalações de energia elétrica (art. 21, XII, b), dentre outros dispositivos que tratam de fontes energéticas e sua transmissão em território nacional (Brasil, 1988). Apesar do incentivo a energias limpas e renováveis não ser pautado pela Constituição, uma leitura sistêmica do texto constitucional deixa evidenciado que é dever do Estado brasileiro promover fontes de energias renováveis, como forma de assegurar a proteção ecológica e a segurança energética.

A promoção das energias renováveis — inseridas no contexto da transição energética de baixo carbono — recebe pouca ou nenhuma resistência das narrativas dominantes, sendo percebida como essencial para a descarbonização do mundo e, portanto, para o controle das mudanças climáticas. Apesar disto, a transição energética merece uma análise mais aprofundada de suas características e aos novos problemas socioambientais causados por ela, portanto, deve-se ir além do texto constitucional para compreender essa questão.

### 2.1 EVOLUÇÃO HUMANA, TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS E ENERGIA RENOVÁVEL

Ainda em meados do século XX, o antropólogo americano Leslie White (1943, p. 335-336) escreveu sobre a intrínseca relação entre a evolução da cultura humana e a energia, explicando que o principal pilar para o desenvolvimento das civilizações humanas foi o aumento da energia disponível, o que causou a criação e aperfeiçoamento de novas ferramentas e tecnologias de desenvolvimento social. O controle do ser humano sobre a produção agrícola e



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

*Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia*

23 a 27 de setembro de 2024

a domesticação de animais foram as primeiras formas de acréscimo de energia disponível, possibilitando o aumento populacional e a diversificação e atividades humanas, como artes e ciência, e a formação de grandes civilizações.

Essa foi a primeira transição energética, que tinha como princípio a utilização da tração animal e do fogo para a produção de bens duráveis e desenvolvimento da cultura. Já a segunda transição energética somente veio ocorrer milhares de anos depois, com a substituição parcial do uso da força humana e animal por ferramentas que se utilizavam de fluxos renováveis de energia para funcionar, como é o caso de moinhos movidos pelos ventos ou pelas águas (Tavares, 2019, p. 31). Percebe-se que o progresso tecnológico e social, portanto, se manteve relativamente estagnado por milhares de anos, havendo pouca evolução nesse período (White, 1943, p. 344).

Desta forma, nenhuma transição energética anterior causou transformações tão profundas, drásticas e velozes quanto àquela que se iniciou com a Primeira Revolução Industrial, que substituiu a força animal por motores à combustão de carvão e, posteriormente, introduziu a eletricidade ao mundo. As possibilidades trazidas pela energia elétrica promoveram um desenvolvimento tecnológico que transformou a relação entre os seres humanos e a natureza (Oliveira *et al.*, 2020, p. 16-17), além disso, o século XIX foi marcado pela descoberta do petróleo e o início do ciclo de dependência em hidrocarbonetos que somente viria a ser questionada nos anos 1970, com os choques do petróleo.

Por este motivo, a transição energética pautada por esta pesquisa é aquela que se refere à passagem de uma matriz energética fundamentada nos combustíveis fósseis, como o petróleo, o gás natural e o carvão, para uma matriz baseada em fontes renováveis, como a eólica, solar e hídrica, e com melhores sistemas de armazenamento de energia. Essa transição energética de baixo carbono implica necessariamente no uso de novas e inovativas tecnologias que consigam agir sobre os setores produtivos, buscando a “descarbonização” ou “neutralidade carbônica” do setor energético e de todos aqueles que dependem fortemente da energia para seu funcionamento (Riquito, 2023, p. 25).

As atividades de exploração de matérias-primas fósseis desestabilizam o ciclo natural do carbono, levando à oxidação do gás carbônico, que é emitido para a atmosfera em quantidades muito superiores às aquelas que os ciclos naturais de “descarbonização” ocorrem. O aumento da concentração do CO<sub>2</sub> e outros gases poluentes mudam a composição natural da atmosfera e a



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia

23 a 27 de setembro de 2024

principal consequência são as mudanças climáticas vivenciadas com cada vez mais intensidade pelo planeta. Ainda assim, os sistemas humanos dependem fortemente dos combustíveis fósseis e confiam no papel da evolução tecnológica e das energias renováveis como soluções para esse problema (Oliveira *et al.*, 2020, p. 13-20).

No entanto, apesar da importância de observar o ciclo do carbono, uma transição energética verde que tem como foco exclusivo a redução das emissões de carbono “reduz a crise ecológica a uma crise climática e o clima a uma questão de carbono atmosférico” (Riquito, 2023, p. 26). Nessa narrativa dominante, a transição energética se insere na mesma estrutura capitalista, não havendo questionamentos sobre o modelo de produção e consumo que levou à destruição ambiental, o que causa novas formas de violência ecológica, como o extrativismo intensivista do lítio, metal raro essencial para a produção dos motores de turbinas de energia eólica e de carros elétricos e híbridos (Riquito, 2023, p. 28-30).

Nesse sentido, uma transição energética que se fundamenta unicamente na “descarbonização” tem a tendência a repetir as práticas capitalistas e manter o distanciamento entre as atividades humanas e a natureza, quando, em realidade, os seres humanos e o meio natural se entrelaçam e são interdependentes (Riquito, 2023, p. 29). Portanto, a transição energética deve ser inserida em um contexto de desenvolvimento sustentável perene e resiliente que necessita de participação ativa e responsabilidades partilhadas entre as pessoas e o Poder Público (Oliveira *et al.*, 2020, p. 21) — ou, em outras palavras, pôr em prática aquilo que já está previsto no ordenamento jurídico brasileiro pelo art. 225 da Constituição Federal de 1988.

Além disso, outro aspecto deve ser analisado: a transição energética de baixo carbono exige esforços globais a longo prazo que dependem de fatores econômicos, geográficos, sociais e culturais de cada país, por esse motivo, apesar da utilização do termo “transição”, o que realmente ocorre é a adição de novas fontes energéticas, que visam garantir a segurança no abastecimento energético. Isto porque “em termos globais, a madeira nunca deixou de ser utilizada, mesmo depois do advento do uso intensivo do carvão, e o mesmo carvão não fora eliminado pelo posterior consumo de derivados de petróleo” (Tavares, 2019, p. 31).

Assim, mesmo com o esforço de aumentar a produção energética renovável, muitos países no globo ainda são altamente dependentes das fontes de energia advinda da queima de combustíveis fósseis e não é possível suprir a demanda energética apenas com a evolução



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia

23 a 27 de setembro de 2024

tecnológica e a utilização de energia renovável. Portanto, a transição de um sistema habitualmente movido pelo petróleo e outros combustíveis fósseis para outro sistema, fundamentado em energias verdes, é um processo longo e progressivo, ou seja, seus efeitos positivos para as mudanças climáticas somente serão percebidos — se percebidos — em um futuro mais distante (Oliveira *et al.*, 2020, p. 18).

O Brasil, no entanto, se destaca no mundo por sua alta capacidade de geração de energias renováveis, benefício este advindo das características e diversidades existentes unicamente em terras brasileiras, como grandes extensões territoriais, notáveis bacias hidrográficas (produção de energia hidrelétrica), estável incidência de luz solar ao longo do ano (produção energética fotovoltaica) e correntes de vento ideais para a implantação de parques eólicos. Por esses motivos, o Brasil tem 84,25% da produção de energia elétrica advêm de fontes renováveis, sendo a hídrica, eólica e biomassa as principais origens (Brasil, 2024), portanto, faz-se preciso analisar o desempenho da transição energética verde brasileira.

## 2.2 ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA

Alexander Dunlap (2021, p. 84-87) ressalta que as energias renováveis estão se tornando “fossilizadas”, pois refletem os mesmos padrões da indústria de hidrocarbonetos. Além disso, as infraestruturas de produção de energias renováveis não são sustentáveis, já que a cadeia produtiva exige extrativismo mineral, processamento, produção e transporte de componentes, que demanda enormes quantidades de energia e produzem lixo tóxico. Quando inseridas na mesma sociedade capitalista-industrial fundamentada nos combustíveis fósseis, as energias renováveis não rompem com a lógica de exploração dos ecossistemas terrestres.

A cadeia produtiva das energias renováveis traz impactos sociais e ambientais, no entanto, também colonizam e modificam o meio ambiente, transformando a força natural dos rios, ventos, sol ou qualquer outra fonte energética em um bem de exploração e consumo que tem suas funções nos ecossistemas naturais corrompidas. As rupturas ecológicas causadas pela produção de energia renovável afetam as populações locais, humanas e não-humanas, sustentando o desequilíbrio ecológico e perpetuando a separação entre os seres humanos e a natureza em uma lógica capitalista (Dunlap, 2021, p. 94-95).

O Brasil é um exemplo internacional na produção de eletricidade por fontes “renováveis”, algo que veio se construindo ao longo de décadas, portanto, faz-se necessário



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

*Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia*

23 a 27 de setembro de 2024

analisar os impactos socioambientais das “energias renováveis” mais comuns na narrativa dominante: hidrelétrica, solar e eólica. Desta forma, percebe-se que a geração de energia hidrelétrica brasileira, até a década de 1950 era fortemente concentrada nos estados do Sudeste — notadamente Rio de Janeiro e São Paulo —, acompanhando os níveis de industrialização e urbanização da região, e posteriormente houve a interiorização das hidrelétricas nas bacias dos rios Paraná e São Francisco e na região amazônica (Cataia; Duarte, 2022, p. 770-771).

Atualmente, aproximadamente 55% da energia elétrica produzida no Brasil é gerada por hidrelétricas (Brasil, 2024), o que torna essa fonte energética a mais importante para a segurança energética brasileira, no entanto, os impactos socioambientais gerados pela hidroeletricidade colocam em xeque, até mesmo, sua característica ecológica, afinal, apesar do ciclo das águas ser renovável, a produção hidrelétrica polui e emite gases do efeito estufa. As barragens são responsáveis pelo alagamento de florestas nativas, alteram o curso natural dos rios e impactam diretamente os ecossistemas e comunidades locais (Fontes; Giudice, 2021, p. 208).

As hidrelétricas desestruturam o ciclo natural do carbono, já que o CO<sub>2</sub> acumulado nas massas de água aumenta após a decomposição das árvores e outros compostos orgânicos acima da lâmina d’água, sendo liberado para a atmosfera. Além disso, o crescimento da vegetação herbácea nos reservatórios nos períodos em que o nível das águas está mais baixo promove a remoção do gás carbônico da atmosfera pela fotossíntese, no entanto, ao serem posteriormente inundadas, essa vegetação se decompõe e libera gás metano (CH<sub>4</sub>), ainda mais prejudicial que o CO<sub>2</sub>. Nesse sentido, ano após ano, com a mudança no nível das águas, o reservatório de uma hidrelétrica funciona como uma “fábrica de metano” (Fearnside, 2008, p. 103).

As consequências sociais são diversas. O aproveitamento das águas e da energia hidráulica é considerada como um dos casos de utilidade pública que pode ocasionar desapropriações, com devida compensação financeira, conforme dispõe o art. 5º, f), do Decreto-Lei 3.365/1941, ou seja, há o deslocamento compulsório de populações e comunidades das regiões que serão alagadas pelos reservatórios das usinas (Brasil, 1941). Esse deslocamento populacional não vem acompanhado por medidas compensatórias que efetivamente reestabeçam as condições socioeconômicas e culturais existentes antes do alagamento, afetando a relação entre o povo e o território em que habitavam (Fontes; Giudice, 2021, p. 210).



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

*Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia*

23 a 27 de setembro de 2024

Já a energia solar, apesar de ainda não ser uma das principais fontes renováveis da matriz energética brasileira, é a que mais recebe investimentos mundiais ao longo dos anos e está em ascensão no Brasil. Um dos principais problemas desse tipo de fonte energética está na produção dos painéis fotovoltaicos, que dependem de substância tóxicas, como o cádmio e o chumbo, minerais que precisam ser extraídos de minas e geram impactos ambientais graves. Além disso, o processo de fabricação dos painéis solares demanda um alto gasto energético e a reciclagem desses componentes no fim da vida é complicado e de alto custo (Lima, 2023, p. 62-63).

Ainda, as usinas solares podem trazer impactos sociais positivos ou negativos: por um lado, a instalação dos painéis fotovoltaicos em grandes parcelas territoriais aumenta as taxas de desemprego locais das populações menos instruídas, que dependem da agricultura e pecuária para sua subsistência, pois essa mão-de-obra não é absorvida pelo processo de instalação das placas solares (Lima, 2023, p. 62). Por outro lado, a energia solar é essencial para combater a pobreza energética<sup>3</sup> nos territórios brasileiros de difícil acesso e comunidades isoladas, como os da região Amazônica, já que são mecanismos de descentralização da produção — que passa a ser local — e democratização do fornecimento de energia (Elias, 2023, p. 18-19).

Outra importante fonte renovável é a eólica, que vem se desenvolvendo principalmente na região Nordeste, nos estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará, com parques localizados no litoral e interior em que há a apropriação privada dos ventos sem que hajam compensações verdadeiramente justas aos municípios e às populações afetadas pela produção eólica (Cataia; Duarte, 2022, p. 773). Além disso, para erguer uma única turbina eólica, são utilizadas enormes quantidades de aço para as fundações de concreto armado, para o rotor e para a torre, além de outros minerais, como cobre, chumbo, zinco, alumínio e ferro, que são produzidos, em geral, com o uso de energia advinda de combustíveis fósseis (Dunlap, 2021, p. 88-89).

Outros impactos ambientais ocasionados pelos parques eólicos são a alteração na biodiversidade e no clima local, o desmatamento de grandes áreas para a implantação das torres e a liberação de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Apesar disto, os impactos mais perceptíveis são sociais, já que a poluição visual e sonora das turbinas eólicas causa o êxodo das populações locais ou, quando as

---

<sup>3</sup> A pobreza energética possui diferentes conceituações, mas pode-se afirmar que se trata de uma situação de carência associada ao acesso de serviços de energia e à dependência de combustíveis fósseis, como a lenha, para as atividades do dia-a-dia. Normalmente, a pobreza energética tem relação com a baixa renda familiar, que pode ser ocasionada pela falta de acesso aos insumos que inviabilizem a utilização da energia elétrica disponível, ou até pela ausência de serviços de transmissão de energia nas localidades (Elias, 2023, p. 28-29).



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

*Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia*

23 a 27 de setembro de 2024

peças não migram das regiões onde habitam, têm suas atividades de subsistência — notadamente agricultura e pecuária — prejudicadas (Lima, 2023, p. 60-61). Os ruídos que se estendem 24 horas por dia geram problemas auditivos nos moradores e as sombras projetadas pelas hélices aumentam problemas psicológicos quando das torres são instaladas muito próximas às moradias (BBC News Brasil, 2023).

Por fim, vale ressaltar que a transição energética tem se baseado principalmente na transformação da matriz *elétrica* do Brasil, afinal, 84,25% da eletricidade brasileira advém de fontes “renováveis” de energia (Brasil, 2024), no entanto, a matriz energética como um todo é majoritariamente sustentada pelos combustíveis fósseis, já que a exploração do petróleo e gás natural continua a ser um componente essencial na economia brasileira. Nesse sentido, as energias renováveis surgem como complementares às hidrelétricas e aos combustíveis fósseis (Krell; Souza, 2020, p. 176-178), o que reforça a ideia de que a transição energética é, na verdade, apenas uma adição de novas fontes à matriz energética anterior.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diante dos objetivos específicos estabelecidos anteriormente, esta pesquisa adota uma natureza aplicada, pois tem por função produzir conhecimentos que possam ser utilizados na prática para a solução de problemas jurídicos e sociais, neste caso, o foco recai sobre a análise do Direito e da justiça no contexto da transição energética de baixo carbono, visando fornecer premissas que orientem a formulação de políticas públicas. Assim, trata-se de um estudo teórico, voltado para a discussão e desenvolvimento de teorias que fortaleçam a ciência jurídica de forma interdisciplinar.

Desta forma, o método de abordagem é o hipotético-dedutivo, que estabelece proposições teóricas — hipóteses — como ponto de partida para a investigação científica, que serão testadas por meio de deduções (Sousa; Alves, 2024, p.79). Portanto, supõe-se que a transição energética de baixo carbono exige que se observe os impactos socioambientais de toda a cadeia produtiva das energias renováveis, estabelecendo políticas públicas e normas reguladoras que protejam o meio ambiente de forma ampla e garanta a dignidade das populações impactadas negativamente pela implantação de parques de produção de energia.

Em razão da análise proposta, esta pesquisa é descritiva, pois busca descrever e caracterizar a transição energética de baixo carbono e os principais aspectos socioambientais



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia

23 a 27 de setembro de 2024

que permeiam as energias renováveis e são normalmente ignorados; e exploratória, já que objetiva analisar de forma crítica a problemática. A abordagem é qualitativa, pois não tem como foco a análise numérica de dados, e a investigação se desenvolverá por meio de pesquisa bibliográfica, a partir de estudos já publicados, e documental, com prioridade para livros, vídeos, relatórios e notícias jornalísticas (Sousa; Alves, 2024, p. 80).

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Uma transição energética de baixo carbono justa, eficiente e ecologicamente sustentável exige uma transformação mais profunda do que a simples inserção de fontes de energia que emitem menos carbono, havendo a necessidade de uma mudança na forma como os seres humanos e a natureza se relacionam, resgatando as relações milenares de interdependência que sustentam a vida e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres. Essa mudança de paradigmas compreende a reavaliação dos motivos pelos quais a sociedade atual demanda cada vez mais energia, desenvolvimento e progresso, mesmo que às custas do bem-estar ecológico e da dignidade das futuras gerações humanas.

O primeiro aspecto que deve ser analisado é o tecnológico. Como comentado anteriormente, o aumento da quantidade de energia disponível para o ser humano está diretamente relacionado ao desenvolvimento tecnológico e científico das civilizações humanas, no entanto, a sociedade moderna chegou em um estágio de ciclo vicioso: necessita-se cada vez mais energia, para produzir novas tecnologias que possam gerar mais energia. Os avanços tecnológicos são introduzidos no contexto da crise climática como a solução para o desequilíbrio climático, naquilo que é chamado de *tecno-fix*, ou seja, novas tecnologias são criadas para resolverem os problemas criados por tecnologias anteriores (Riquito, 2023, p. 30).

Deve-se ressaltar que não se nega a importância do desenvolvimento de novas tecnologias, menos poluidoras e mais ecologicamente sustentáveis, no vislumbre de um futuro com equilíbrio ambiental e ecossistemas preservados, no entanto, não se pode imaginar avanços tecnológicos para uma transição energética de baixo carbono que esteja inserida em um sistema que destrói sistemas vitais para a perpetuação de políticas econômicas e sistemas de exploração, produção e consumo (Dunlap, 2021, p. 97). Nesse sentido, uma transição energética verdadeiramente eficiente e ecologicamente sustentável, fundamentada em energias



renováveis, exige mudanças amplas de paradigmas e comportamentos que não podem ser reduzidas às inovações tecnológicas.

Dessa maneira, a transição energética de baixo carbono precisa ser acompanhada pela *perspectiva da subsistência*, na qual as atividades econômicas não se voltem unicamente no aumento da produção de bens consumíveis e ao lucro, mas sim se atentem à satisfação das necessidades fundamentais dos seres humanos fora da lógica consumista. Nessa perspectiva, há a revalorização das economias locais e regionais, sem que haja a exploração predatória dos recursos naturais, e as atividades econômicas se fundamentam em novas relações, de respeito à natureza e sua diversidade, que reconheçam que os seres humanos fazem parte da natureza, não sendo superiores a ela (Mies; Shiva, 2014, p. 319).

A perspectiva da subsistência traça um novo caminho para o desenvolvimento científico e tecnológico, que não só deve ser ecologicamente correto, mas também desenvolvidos por seres humanos e para seres humanos, ou seja, as relações e conflitos sociais fazem parte da tecnologia, de forma que esse progresso científico não pode reforçar desigualdades sociais. Ainda, percebe-se a importância dos conhecimentos tradicionais, relacionados à ancestralidade e territorialidade, no desenvolvimento de novas tecnologias (Mies; Shiva, 2014, p. 320). Uma perspectiva ecológica da transição energética reconhece a relação entre os corpos e os territórios onde habitam, nos espaços ocupados que carregam vida em suas diversas formas, e nas raízes culturais entre os povos e seus territórios (Riquito, 2023, p. 32-33).

Diante dos impactos socioambientais discutidos nas seções anteriores desta pesquisa, percebeu-se que as energias “renováveis” têm por característica a utilização de bens naturais gratuitos, que se fazem parte dos ciclos naturais dos ecossistemas, para a produção energética, além de provocarem o deslocamento de populações ou a perda dos meios de subsistência de comunidades. Desta forma, a transição energética de baixo carbono vem ocorrendo de forma a demandar novos usos do território, no entanto, inserida na lógica capitalista, o domínio sobre as energias renováveis é de responsabilidade do “mercado”, ou seja, o controle socioespacial dos territórios passa a favorecer interesses capitalistas externos (Cataia; Duarte, 2022, p. 784).

Cabe ao ordenamento jurídico brasileiro estabelecer parâmetros legais que garanta o controle social sobre os territórios utilizados para a produção de energia renovável, de forma



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

*Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia*

23 a 27 de setembro de 2024

que as privatizações não venham a precarizar as populações locais, nem retirar o poder democrático de se decidir sobre seus territórios (Cataia; Duarte, 2022, p. 786). A regulamentação do mercado de energias renováveis brasileiro exige o planejamento local — municipal —, a participação popular das comunidades envolvidas e o reconhecimento do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado de forma ampla, sem que haja a preferência pelos interesses econômicos em detrimento dos interesses socioambientais e territoriais (Krell; Souza, 2020, p. 181-182).

Isso também significa que as políticas públicas de incentivo às energias renováveis não podem ser atentar unicamente ao resultado final — a produção de energia que tem como fonte um bem natural renovável —, mas todo o processo de produção, instalação e descarte ecologicamente adequado no fim da vida útil. Atualmente, não existe qualquer lei nacional que trate especificamente do descarte adequado dos resíduos sólidos gerados pela implantação de parques de energias renováveis, como solar e eólica, que devem cumprir apenas as normas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010).

No entanto, já se destacou anteriormente que a fabricação de painéis solares e turbinas eólicas dependem do uso de diversos metais e ligas metálicas, alguns mais raros que outros, e que a extração desses minérios resulta em novos impactos socioambientais; além disso, a instalação e manutenção de parques eólicos e solares gera resíduos de difícil reutilização ou reciclagem devido ao custo alto para realizar esses processos. Assim, o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira — inclusive pelo incentivo aos sistemas de microgeração e minigeração distribuída, promovido pela Lei 14.300/2022, que instituiu o marco legal para esse tipo de produção de autoconsumo local — exige uma política específica para a destinação socioecológica adequada desses resíduos.

Conclui-se que uma transição energética justa e sustentável exige que se questione, acima de tudo, o gradativo aumento das necessidades energéticas no sistema capitalista de produção e consumo, ou seja, de pouco adianta inserir fontes energéticas “renováveis” como alternativa aos combustíveis fósseis se os padrões industriais de produção e consumo se mantenham. A transição energética deve vislumbrar mais do que a simples redução das emissões de carbono e considerar os aspectos socioambientais que permeiam toda a cadeia



# 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia

23 a 27 de setembro de 2024

produtiva dessas energias, de forma que sua produção seja justa também para os povos e comunidades locais, para as pequenas municipalidades e para os ecossistemas regionais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto das mudanças climáticas, esta pesquisa se debruçou na análise da questão energética, em específico a transição energética de baixo carbono, que representa importante passo para o equilíbrio entre a demanda energética global e a proteção aos sistemas ecológicos, porém, precisa ter seus impactos socioambientais analisados criticamente. Por isto, tentou-se tecer algumas considerações acerca de como a transição energética deve ocorrer para que ela seja verdadeiramente justa e ecologicamente sustentável.

No referencial teórico, foi possível alcançar os dois primeiros objetivos específicos, quais sejam: identificar as características de uma transição energética “verde” e analisar os impactos socioambientais da cadeia produtiva das energias renováveis, com enfoque na hidrelétrica, eólica e solar. Constatou-se que, apesar das fontes dessas energias (água, ventos e sol) serem renováveis, a cadeia produtiva gera impactos ambientais e sociais diversos daqueles observados pelos combustíveis fósseis, mas também correspondem a uma parcela das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera, além de trazerem consequências negativas para as comunidades próximas à construção de hidrelétrica ou instalação de parques solares/eólicos.

Já na análise dos resultados, constatou-se que a transição energética de baixo carbono não pode ser meramente *tecno-fix*, ou seja, fundamenta-se a solução da crise climática em novas tecnologias que venham a corrigir os problemas gerados pelas tecnologias precedentes sem compreender os aspectos de interdependência entre os seres humanos e a natureza e o frágil equilíbrio dos ecossistemas terrestres. Para que a transição energética seja efetivamente justa e sustentável, ela carece de uma perspectiva de subsistência, que exige a mudança de paradigmas e comportamentos de produção e consumo, além da revalorização da relação entre seres humanos, entre seres humanos e seus territórios e entre seres humanos e a natureza. Nesse sentido, atingiu-se o terceiro objetivo específico deste estudo.

Ressalta-se que esta pesquisa se debruçou essencialmente sobre a matriz *elétrica* brasileira que, mesmo sendo de suma importância para a transição energética de baixo carbono e ter relações direta com a melhora na qualidade de vida das pessoas, não corresponde à matriz energética como um todo, já que o Brasil depende economicamente da exploração e uso de



hidrocarbonetos, principalmente petróleo e gás. Abre-se a possibilidade de pesquisas futuras que analisem a transição energética de baixo carbono considerando os impactos socioeconômicos e ambientais que a manutenção do uso desses combustíveis fósseis pode ter para o país.

## REFERÊNCIAS

BBC News Brasil. **O drama das famílias que vivem embaixo de torres de energia eólica na cidade de Lula.** Youtube, 10 ago. 2023. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=0iCo\\_t9pY6g](https://www.youtube.com/watch?v=0iCo_t9pY6g). Acesso em: 14 jul. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. **Decreto-Lei 3.365**, de 21 de junho de 1941. Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública. Brasília: 1941. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del3365.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3365.htm). Acesso em: 14 jul. 2024.

BRASIL. **Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW.** 7 mar. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileira-alcanca-200-gw>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CATAIA, Márcio; DUARTE, Luciano. Território e energia: crítica da transição energética. **Revista da Anpege**, vol. 18, n. 36, p. 764-791, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5418/ra2022.v18i36.16356>. Acesso em 5 jul. 2024.

DUARTE, Marise Costa de Souza. **Meio ambiente sadio: direito fundamental.** Curitiba: Juruá, 2003.

DUNLAP, Alexander. Does renewable energy exist? Fossil fuel technologies and the search for renewable energy. In. BATEL, Susana; RUDOLPH, David (org.). **A critical approach to the social acceptance of renewable energy infrastructures.** Lisbon: Palgrave Macmillan. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-73699-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73699-6_5). Acesso em: 4 jul. 2024. p. 84-85.

ELIAS, Juliana Bertrand. **Transição da matriz energética para fontes renováveis como meio de redução da pobreza energética no Brasil: um estudo sob a perspectiva do direito constitucional.** 2023. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) – Curso de Direito, Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, 2023.

FEARNSIDE, Philip. **Hidrelétricas como “fábricas de metano”:** o papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, vol. 12, n. 1, p. 100-115, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/issue/view/479>. Acesso em: 12 jul. 2024.



## 26º Seminário de Pesquisa do CCSA

Crise Climática, Desenvolvimento e Democracia

23 a 27 de setembro de 2024

FONTES, Alessandra Renata Freitas; GIUDICE, Dante Severo. Impactos socioambientais nas construções de barragens hidrelétricas. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, ano XVIII, vol. 18, n. 32, p. 203-218, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/ccsa.v18i32.9258>. Acesso em: 14 jul. 2024.

KRELL, Andreas Joachim; SOUZA, Carolina Barros de Castro e. A sustentabilidade da matriz energética brasileira: o marco regulatório das energias renováveis e o princípio do desenvolvimento sustentável. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, vol. 11, n. 2, p. 157-188, maio/ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/rev.dir.econ.soc.v11i2.26872>. Acesso em: 13 jul. 2024.

LIMA, Katiane Andrade Cruz de. **Avaliação dos impactos sociais e ambientais decorrentes da instalação de usinas de geração de energia renovável**: uma revisão sistemática. 2023. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/56654>. Acesso em: 5 jul. 2024.

MIES, Maria; SHIVA, Vandana. **Ecofeminism**. 2. ed. London: Zed Books, 2014. 360 p.

OLIVEIRA, Gisela Marta *et al.* O que significa descarbonizar? Uma visão da sociedade atual sem energia fóssil. In: ARAÚJO, Emília; SILVA, Márcia; RIBEIRO, Rita (org.). **Sustentabilidade e descarbonização: desafios práticos**. Minho: Universidade do Minho, 2020.

RIQUITO, Mariana. Para além da narrativa-mestra da modernidade “verde”: uma leitura crítica da transição energética. **Relações Internacionais**, n. 79, set. 2023, p. 25-36. Doi: <https://doi.org/10.23906/ri2023.79a03>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SOUSA, Pedro Henrique da Mata Rodrigues; ALVES, Fabrício Germano. **Pesquisa científica**: aspectos práticos. Natal, Insigne Acadêmica, 2024. (Coleção Arquivos Insigne).

TAVARES, Felipe Botelho. **Política energética em um contexto de transição**: a construção de um regime de baixo carbono. 2019. 216p. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7653892](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7653892). Acesso em: 3 jul. 2024.

WHITE, Leslie. Energy and the evolution of culture. **American Anthropologist**, vol. 45, n. 3, jul-set, 1943, part 1. p. 335-356. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/663173>. Acesso em: 3 jul. 2024. p. 335-336.