



**OS IMPACTOS DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO
BRASIL: UM OLHAR MULTIDIMENSIONAL SOBRE
DESENVOLVIMENTO E SUSTENTABILIDADE**

**THE IMPACTS OF ELECTRICITY GENERATION IN BRAZIL: A
MULTIDIMENSIONAL VIEW ON DEVELOPMENT AND
SUSTAINABILITY**

Maria Eduarda de Aguiar Rodrigues

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Barreiro

Endereço: Rua Boaventura Costa, 463 - Bairro BARREIRO - Belo Horizonte

Thales Régis do Carmo Pinto

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Barreiro

Endereço: Rua Boaventura Costa, 463 - Bairro BARREIRO - Belo Horizonte

José Henrique Ribeiro Cardoso

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Barreiro

Endereço: Rua Boaventura Costa, 463 - Bairro BARREIRO - Belo Horizonte

Luan Gabriel Duarte da Costa

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Barreiro

Endereço: Rua Boaventura Costa, 463 - Bairro BARREIRO - Belo Horizonte

Gabriel Cândido Lemos Esvizero

Instituição atual: Colégio Chromos Unidade Barreiro

Professor de Física e Orientador

Endereço: Rua Boaventura Costa, 463 - Bairro BARREIRO - Belo Horizonte



RESUMO

Este artigo aprofunda a análise sobre os impactos da geração de energia elétrica no Brasil, com base em uma visão multidimensional que considera aspectos ambientais, sociais e econômicos. Embora a matriz elétrica do país seja principalmente renovável, especialmente por conta das hidrelétricas, esses empreendimentos ainda provocam mudanças significativas, como deslocamento de populações, degradação de ecossistemas e emissão de metano. O crescimento de fontes alternativas, como solar e eólica, oferece oportunidades para diversificar a matriz energética de maneira mais sustentável e descentralizada. No entanto, o Brasil ainda enfrenta desafios em relação à infraestrutura de transmissão, ao armazenamento de energia e à igualdade no acesso. A pesquisa segue uma metodologia qualitativa, incluindo revisão bibliográfica e entrevista com um especialista do setor energético. A discussão também destaca os dilemas das termelétricas, que são usadas como recurso emergencial, e enfatiza a importância de políticas públicas eficazes, participação social e respeito à legislação ambiental. Conclui-se que uma transição energética justa exige não só avanços tecnológicos, mas também mudanças profundas na forma como o setor é planejado e operado, visando garantir sustentabilidade, justiça social e segurança energética para o futuro do Brasil.

Palavras-chave: geração elétrica; sustentabilidade; impactos ambientais; fontes renováveis; políticas públicas.

ABSTRACT

This article deepens the analysis of the impacts of electricity generation in Brazil, based on a multidimensional perspective that considers environmental, social, and economic aspects. Although the country's electricity matrix is predominantly renewable, driven largely by hydroelectric power, these projects still cause significant changes, such as population displacement, ecosystem degradation, and methane emissions. The growth of alternative sources, such as solar and wind power, offers opportunities to diversify the energy matrix in a more sustainable and decentralized manner. However, Brazil still faces challenges regarding transmission infrastructure, energy storage, and equitable access. The research employs a qualitative methodology, including a literature review and an interview with an energy sector expert. The discussion also highlights the dilemmas surrounding thermoelectric plants, which serve as an emergency resource, and emphasizes the importance of effective public policies, social participation, and compliance with environmental regulations. It concludes that a just energy transition requires not only technological advancements but also profound changes in how the sector is planned and operated, aiming to ensure sustainability, social justice, and energy security for Brazil's future.



Key Words: electricity generation; sustainability; environmental impacts; renewable sources; public policies.

INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica é essencial para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. No entanto, os impactos desse processo têm atraído cada vez mais a atenção de pesquisadores, gestores públicos e da sociedade civil. Mesmo com uma matriz predominantemente renovável, especialmente com a presença de usinas hidrelétricas, isso não elimina os efeitos negativos da produção de eletricidade. Grandes projetos causam mudanças significativas nos ecossistemas, alteram cursos de rios, afetam populações ribeirinhas e modificam as dinâmicas territoriais, principalmente na Amazônia. A natureza supostamente "limpa" da matriz elétrica brasileira muitas vezes esconde os efeitos colaterais dessas fontes. Enquanto evita o uso de combustíveis fósseis, a energia hidrelétrica também gera desmatamento, perda de biodiversidade e deslocamento de comunidades, revelando conflitos entre o discurso ambiental e a realidade operacional.

Outras fontes renováveis, como solar e eólica, têm ganhado espaço, mas ainda enfrentam obstáculos técnicos, econômicos e institucionais. A falta de políticas públicas consistentes, os altos custos de implementação e a dependência de incentivos do governo limitam sua expansão e dificultam a diversificação da matriz elétrica. Além disso, a adoção dessas fontes exige investimento em inovação e melhorias na estrutura regulatória, áreas em que o país avança lentamente e de forma desigual. O setor elétrico brasileiro ainda é marcado por burocracia, ineficiência e centralização, aumentando desigualdades regionais e dificultando o acesso à energia em comunidades rurais e isoladas. Os impactos da geração elétrica vão além do meio ambiente e afetam diretamente as comunidades locais, que muitas vezes não são ouvidas nos processos de licenciamento e enfrentam conflitos e violações de direitos. (1)



A concentração da produção de energia em grandes usinas acentua desigualdades regionais e dificulta o acesso em áreas rurais e isoladas. Essa centralização torna o sistema mais vulnerável e exclui a população das decisões sobre a política energética. O setor privado, que consome quase metade da energia no país, enfrenta desafios como altos custos de tecnologias limpas, falta de incentivos fiscais e instabilidade jurídica, o que torna difícil a adoção de práticas sustentáveis. Apesar desses desafios, o Brasil possui um enorme potencial para o desenvolvimento de energias renováveis, devido à abundância de sol, vento, biomassa e recursos hídricos. O fortalecimento das leis, o incentivo à pesquisa e a inclusão social nas decisões energéticas são fundamentais para reduzir os impactos negativos da geração de energia e promover uma transição sustentável. (3), (9)

Este artigo propõe uma análise crítica dos impactos da geração de energia elétrica no Brasil, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos. Por meio de revisão bibliográfica, análise documental e entrevistas com especialistas, busca-se compreender as contradições, desafios e possibilidades da matriz elétrica nacional. Ao identificar os principais obstáculos e oportunidades do setor, espera-se contribuir para reflexões que ajudem na formulação de políticas públicas mais justas e sustentáveis. Afinal, considerar os impactos da energia é também refletir sobre o futuro do desenvolvimento brasileiro.

METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em revisão bibliográfica, documental e em dados primários obtidos por meio de entrevista. O objetivo central da metodologia é identificar, sistematizar e analisar os principais impactos ambientais, sociais e econômicos relacionados à geração de energia elétrica no Brasil, além de examinar alternativas sustentáveis desenvolvidas no contexto nacional.



O levantamento de dados secundários concentrou-se em fontes institucionais e técnicas, com foco no período entre 2020 e 2025. Isso permite contextualizar o cenário energético brasileiro com base em informações atualizadas e confiáveis. A revisão da literatura abrangeu temas como estrutura da matriz energética, efeitos socioambientais das formas de geração elétrica, avanço das fontes renováveis, políticas públicas setoriais e desafios da transição energética. (3)

Além disso, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o especialista Gustavo de Paula Gasbarro, Superintendente de Comercialização de Energia da ENBPar, com mais de 10 anos de experiência no setor elétrico. A entrevista ocorreu em 23 de julho de 2025, conduzida por alunos do Colégio Chromos, em Belo Horizonte/MG, e foi incorporada a esta pesquisa com a autorização expressa do entrevistado. A entrevista foi dividida em blocos temáticos, como matriz energética, impactos ambientais, efeitos socioeconômicos e políticas públicas, permitindo uma análise qualitativa e multidimensional. Abaixo, são destacados alguns trechos representativos da entrevista:

1- Como o senhor avalia a matriz energética brasileira atual em termos de fontes de geração de energia elétrica?

"A matriz elétrica brasileira é composta principalmente por fontes de energia renováveis, com destaque para a energia hidrelétrica, que historicamente responde pela maior parte da geração de eletricidade no país. Além da geração hidráulica, o Brasil tem investido em outras fontes renováveis com destaque para as energias eólica e solar, que tiveram uma grande expansão nos últimos anos. As fontes não renováveis, como o gás natural e o petróleo, também fazem parte da matriz, mas em menor proporção. Ou seja, nossa matriz elétrica é bem diversificada e prioritariamente limpa."

2- Quais são os principais desafios enfrentados hoje pelo setor elétrico no Brasil?



"Atualmente o principal desafio do setor é o *Curtailment* de energia, que se refere à redução forçada da geração de energia em usinas renováveis (eólicas e solares), mesmo quando há capacidade instalada e condições ideais de produção. [...] O Ministério de Minas e Energia está trabalhando para realizar ainda este ano um leilão de baterias para amenizar este problema."

3- Fontes renováveis como solar e eólica têm menor impacto ambiental?

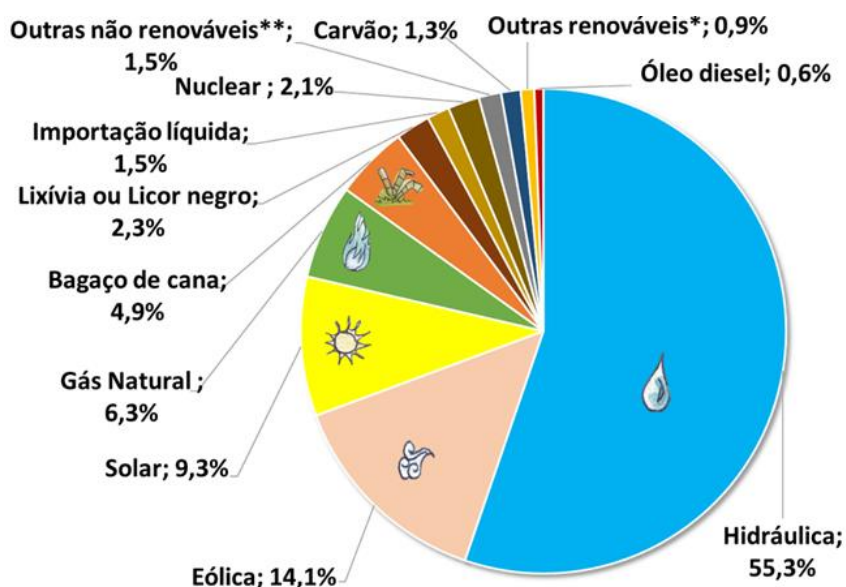
"Sim, certamente. Mas também possuem impactos ambientais: as turbinas eólicas produzem ruído, que pode ser considerado poluição sonora para comunidades próximas, além de causar mortes de aves e morcegos. Já as fotovoltaicas impactam o solo durante a mineração dos minerais usados na confecção das placas."

A inclusão da entrevista trouxe uma leitura mais aprofundada e atualizada do contexto energético brasileiro, contribuindo para uma abordagem interpretativa e comparativa entre os dados secundários e as percepções práticas de um profissional do setor. A etapa final da pesquisa consistiu na categorização temática dos dados (ambiental, social e econômico), permitindo a sistematização das informações e destacando os principais conflitos, avanços e tendências da produção de energia no país. A metodologia adotada proporcionou uma compreensão abrangente do cenário atual, destacando os impactos e oportunidades para a construção de um modelo energético mais sustentável, justo e eficiente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A matriz elétrica brasileira em 2025 tem características únicas em comparação com outros grandes países. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2025), cerca de 83,6% da eletricidade gerada no Brasil vem de fontes renováveis, um número significativamente superior à média mundial, que gira em torno de 29%. (3), (5)

Gráfico 1: Composição da matriz elétrica brasileira 2024



Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN) (3)

Apesar da alta participação de fontes limpas, principalmente das hidrelétricas, essa dominância traz consequências ambientais e sociais sérias. O alagamento de grandes áreas, o deslocamento de populações tradicionais e indígenas, a fragmentação de ecossistemas e a emissão de metano devido à decomposição orgânica submersa são impactos frequentemente ignorados. Entre os principais danos, a perda de biodiversidade se destaca, especialmente na Amazônia Legal, onde grandes projetos hidrelétricos, como Belo Monte, têm gerado controvérsia intensa (FEARNside, 2016). (4)

Esse cenário ficou mais claro na entrevista realizada com Gustavo de Paula Gasbarro, Superintendente de Comercialização de Energia da ENBPar, que destacou: “A geração de energia hidrelétrica no Brasil não acarreta impactos ambientais significativos, é uma fonte renovável e de grande importância para a matriz energética do país, a água turbinada entra e sai da geração a mesma qualidade. A construção de barragens e o represamento da água que modificam drasticamente o fluxo natural dos rios pode afetar a fauna e a flora, no entanto não estão sendo construídas mais barragens no Brasil, as novas usinas hidrelétricas operam a fio d’água”. Apesar disso, a geração hídrica ainda é



vulnerável a eventos climáticos extremos e a estiagens prolongadas, como o colapso hídrico de 2021, que revelou a fragilidade do sistema hidrelétrico diante das mudanças climáticas (3).

Para atender à demanda em momentos críticos, utilizam-se as termelétricas que, embora eficientes e “despacháveis”, acarretam custos altos e muitas emissões de CO₂ e outros poluentes, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste (IBAMA, 2023). O uso intenso das térmicas, movidas a carvão, óleo diesel e gás natural, além de afetar economicamente os consumidores, agrava o aquecimento global e aumenta a frequência dos próprios eventos extremos que justificam seu uso. (5)

Diante disso, a transição energética se torna uma estratégia essencial. A substituição progressiva das fontes fósseis por renováveis, como solar e eólica, é fundamental para um modelo mais limpo e sustentável. Gasbarro reconhece o papel estratégico das térmicas, mas pondera seus efeitos ambientais. Ele ressaltou que é difícil mensurar com precisão os impactos climáticos das emissões fósseis, embora sua contribuição ao aquecimento global seja indiscutível: “A queima de combustíveis, especialmente os fósseis, libera uma grande quantidade de gases na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), o principal gás de efeito estufa, responsável pelo aquecimento global e pelas mudanças climáticas. Contudo, os efeitos sobre o meio ambiente e o clima decorrentes da geração termelétrica são difíceis de serem mensurados”.

Socialmente, os impactos dos grandes empreendimentos são profundos. O deslocamento forçado de comunidades, como nas usinas de Tucuruí, Balbina e Belo Monte, gerou desemprego, insegurança alimentar e precarização urbana. Além disso, os conflitos fundiários e a dificuldade de acesso à energia contínua e confiável por populações isoladas, principalmente no Norte e Nordeste, são agravados pela falta de mecanismos eficazes de consulta e participação popular nos processos de licenciamento. (7)

O caso da Usina de Belo Monte foi também mencionado por Gasbarro, que reconhece os efeitos iniciais negativos, mas ressalta os benefícios posteriores: “A última usina hidrelétrica instalada foi de Belo Monte, causou impactos na população da região, incluindo deslocamento de comunidades. A construção da usina gerou um boom populacional em Altamira, com crescimento desordenado e falta de infraestrutura para atender às novas demandas. Contudo, acredito que após a readaptação o empreendimento é importante para as comunidades locais e para o país, tendo em vista que localmente gera empregos e prosperidade econômica e para o país gera energia limpa”.

Figura 1: Usina Hidrelétrica de Belo Monte, em Altamira, no Pará



Fonte: Foto Helder Lana/Norte Energia

Paralelamente, o Brasil tem avançado na diversificação de sua matriz, com destaque para a energia solar, considerada uma das fontes mais limpas e sustentáveis. Seu crescimento ajuda significativamente na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e na inclusão energética de comunidades isoladas. Contudo, a fabricação dos painéis envolve o uso de materiais tóxicos e um alto consumo de energia, o que pode gerar impactos se não houver controle no descarte e reciclagem. A energia solar também representa uma oportunidade econômica importante, promovendo a criação de empregos e contribuindo para a independência energética. No entanto, seu alto custo inicial limita o acesso de populações de baixa renda, exigindo políticas públicas que incentivem o uso democrático da tecnologia. (8)



A energia eólica, por sua vez, já responde por cerca de 13% da geração nacional e, em alguns momentos, supera a produção hidrelétrica no Nordeste (ONS, 2025). É uma fonte 100% renovável e limpa, que não gera resíduos e tem baixo custo de manutenção. Suas turbinas podem ser instaladas em áreas agrícolas, mantendo o uso da terra. No entanto, ela depende da constância dos ventos, o que torna a produção imprevisível e variável. Grandes parques eólicos também podem causar impactos visuais e limitar o uso de determinados territórios. (6), (10)

O Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022) tem fortalecido a geração descentralizada, promovendo autonomia energética e menor impacto ambiental. Contudo, Gasbarro diz que: “Atualmente favorece muito as fontes renováveis, inclusive medidas já estão sendo estudadas e implantadas para reduzir os subsídios para as renováveis. São vários subsídios que envolvem incentivos financeiros, isenções e repasses tarifários que têm impacto direto nas contas de luz, o consumidor do ambiente regulado é quem paga a conta dos benefícios dados às fontes renováveis. Observe que estes benefícios foram muito importantes para diversificarmos nossa matriz e termos mais segurança energética, contudo, atualmente são benefícios que geram desequilíbrio no sistema elétrico e aumento na conta do consumidor”. (2)

Gasbarro também observa que é preciso revisar os incentivos e avaliar os impactos caso a caso, respeitando as especificidades de cada um: “Cada tipo de geração possui um tipo diferente de impacto, todos são avaliados e mitigados para implantação dos projetos”.

A transição energética brasileira exigirá mais do que apenas ampliar as fontes renováveis. Será preciso modernizar a infraestrutura de transmissão, investir em tecnologias de armazenamento, como baterias e hidrogênio verde, e garantir os direitos das populações afetadas. É importante assegurar consulta prévia e rigor nos critérios socioambientais na expansão da geração elétrica.



Apesar de sua posição de destaque entre os países com matriz limpa, o Brasil ainda mantém um modelo centralizado que perpetua conflitos sociais e ambientais. A construção de um sistema energético mais democrático, descentralizado e participativo é essencial para garantir uma transição justa e sustentável.

Gasbarro concluiu destacando a importância estratégica do setor elétrico brasileiro para o desenvolvimento do país. Ele enfatizou a necessidade de um planejamento energético que considere a complexidade territorial e social do Brasil, além dos impactos ambientais, sociais e econômicos ainda negligenciados, apesar da predominância de fontes renováveis na matriz energética: “Embora o Brasil tenha uma matriz energética majoritariamente renovável, certamente há impactos ambientais, sociais e econômicos negligenciados na geração de energia, principalmente em relação à projetos específicos. Contudo, o governo está cuidando da modernização do setor, com o aumento da liberdade de escolha e concorrência, foco em um planejamento que considere a dimensão continental e as particularidades do Brasil. O setor elétrico brasileiro desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento econômico e social do país, impactando diretamente a vida da população e a produtividade de todos os setores”.

Como síntese das análises realizadas ao longo desta seção, a Tabela 1 apresenta uma comparação entre os principais impactos positivos e negativos das fontes de geração de energia elétrica utilizadas no Brasil, mostrando suas potencialidades e limitações. Essa comparação facilita a compreensão das características técnicas, ambientais, sociais e econômicas de cada modalidade e contribui para a formulação de estratégias voltadas à diversificação e à sustentabilidade da matriz energética nacional.

Tabela 1: Dados contendo impactos da geração de energia elétrica no Brasil



Fonte de Energia	Impactos Positivos	Impactos Negativos
Hidrelétrica	- Fonte renovável e limpa - Baixo custo operacional	- Alagamento de áreas extensas - Deslocamento de comunidades
Solar	- Inesgotável e limpa - Baixa emissão de poluentes	- Alto custo inicial de instalação - Geração intermitente (depende do sol)
Eólica	- Não poluente - Baixo custo de operação	- Geração irregular (depende do vento) - Impactos visuais e sonoros
Termelétrica (fóssil)	- Geração contínua e independente do clima - Atende rapidamente à demanda	- Alta emissão de gases poluentes - Uso de combustíveis fósseis (não renováveis)
Biomassa	- Reaproveita resíduos orgânicos - Menor emissão que combustíveis fósseis	- Emissão de CO ₂ em menor escala - Pode competir com a produção de alimentos
Nuclear	- Alta eficiência - Geração estável e contínua	- Risco de acidentes graves - Lixo radioativo de difícil descarte

Fonte: Adaptado de dados da ANEEL, EPE e IBGE (1), (3), (9)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões apresentadas ao longo deste estudo mostram que, embora o Brasil tenha uma matriz elétrica principalmente feita de fontes renováveis, especialmente a hídrica, isso não significa que haja plena sustentabilidade. Os impactos socioambientais causados por grandes projetos hidrelétricos, como os observados na região amazônica, revelam os limites do atual modelo centralizado de geração de energia. A degradação de ecossistemas, o deslocamento de comunidades tradicionais e os conflitos por terra são apenas alguns dos reflexos de um planejamento energético historicamente baseado em grandes obras, muitas vezes ignorando critérios sociais e ambientais mais rigorosos.

Ao mesmo tempo, o país tem avançado na diversificação de sua matriz, especialmente com a ampliação das fontes solar e eólica. Essas alternativas têm menor impacto ambiental e suportam modelos descentralizados e mais democráticos de acesso à energia. O aumento da geração distribuída,



incentivado por políticas públicas como o Marco Legal da Geração Distribuída, é um passo importante para a autonomia energética dos consumidores e para reduzir as desigualdades regionais no acesso à eletricidade.

No entanto, a transição energética brasileira precisa de mais do que a adoção de tecnologias limpas. Ela exige, sobretudo, uma reestruturação total que envolva investimentos em armazenamento, melhorias na infraestrutura de transmissão, mecanismos de participação social e respeito à legislação ambiental. O desafio é equilibrar a segurança energética com a justiça socioambiental, promovendo um modelo de desenvolvimento verdadeiramente sustentável, que valorize a biodiversidade, respeite os direitos das comunidades impactadas e assegure energia limpa, acessível e de qualidade para todos os brasileiros.

Assim, conclui-se que o futuro energético do Brasil deve ser construído com base em princípios de equidade, descentralização e sustentabilidade. O foco deve ser não apenas no crescimento econômico, mas na preservação dos recursos naturais e no bem-estar social. O caminho é desafiador, mas essencial diante da crise climática e das crescentes demandas por justiça ambiental e energética.

REFERÊNCIAS

(1) ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Geração Distribuída. Brasília: ANEEL, 2025. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 21/07/2025.

(2) BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm. Acesso em: 21/07/2025.

(3) EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2025: Ano base 2024. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-BEN>. Acesso em: 20/07/2025 e 23/07/2025.



(4) FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Estudos Avançados, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 151-166, 2016. Disponível em:

<https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/Q3D00023.pdf>.

Acesso em: 21/07/2025.

(5) IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Licenciamento Ambiental de Usinas Termelétricas. Brasília: IBAMA, 2023. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/index.php>. Acesso em: 22/07/2025.

(6) ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Boletim de Operação do SIN – julho de 2025. Brasília: ONS, 2025. Disponível em:

<https://www.ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/boletins-da-operacao>.

Acesso em: 22/07/2025

(7) Nogueira, C. A., & Becker, B. K. (2020). Grandes projetos hidrelétricos na Amazônia e os desafios da sustentabilidade. Cadernos do Desenvolvimento, 15(27), 67–89. Acesso em: 23/07/2025.

(8) PORTAL SOLAR. Energia solar no Brasil: dados, vantagens e

funcionamento. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 28/07/2025.

(9) IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Acesso em: 29/07/2025.

(10) CAMPOS, Mateus. Energia eólica. Mundo Educação, UOL, São Paulo, 17 mar. 2025. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/energia-eolica.htm>. Acesso em: 30/07/2025.