

ANÁLISE DO PANORAMA ENERGÉTICO BRASILEIRO

Leandra Altoé¹, Rita de Cassia Feroni²

¹*Departamento de Engenharia e Tecnologia, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), São Mateus - ES, Brasil
(leandra.altoe@ufes.br)*

²*Departamento de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória - ES, Brasil*

Resumo: Este trabalho teve como objetivo analisar o panorama energético brasileiro a partir de dados da Empresa de Pesquisa Energética. A participação de fontes renováveis na produção primária e na oferta de energia no Brasil foram de respectivamente 40,5% e 47,4% em 2022. A matriz brasileira apresentou um grau de renovabilidade superior a três vezes à matriz mundial em 2021. Para os próximos anos, é importante diversificar a matriz de modo a promover a sustentabilidade e a segurança energética no país.

Palavras-chave: Matriz energética brasileira; Produção primária de energia; Oferta interna de energia; Consumo final de energia

INTRODUÇÃO

O planejamento energético possui natureza multidimensional e deve considerar os desafios inerentes às complexas inter-relações entre segurança energética, equidade e sustentabilidade (Lazaro; Soares, 2024). Neste escopo, mecanismos de incentivo às fontes renováveis e de mitigação às mudanças climáticas desempenham um papel central para promoção da transição energética, as quais requerem vontade política e apoio público (Werner; Lazaro, 2023).

O Plano Nacional de Energia 2050 (Brasil, 2020) aponta para uma demanda de energia de 15 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) no Brasil entre 2015 e 2050, a qual é superada pela disponibilidade total de recursos energéticos no mesmo período, sendo de 280 bilhões de tep (Brasil, 2020). O aproveitamento desses recursos depende da viabilidade técnica-econômica das diferentes fontes, que envolve muitas variáveis e restrições, como atributos tecnológicos, ambientais, sociais, legais e governamentais (Brasil, 2020).

Adicionalmente, o Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 (Brasil, 2021) indica que o consumo final de energia no Brasil deve crescer à taxa média anual de 2,2% entre 2019 e 2030. Além disso, é prevista uma tendência de aumento de eletrificação no país, em que o consumo de energia elétrica deve atingir um incremento médio anual de 3,1% no horizonte 2019-2030 (Brasil, 2021).

O Brasil apresenta potencial para aproveitar energia renovável em todo o seu território, sendo que a segurança energética deve ser levada em consideração

como, por exemplo, no planejamento do setor elétrico, com foco na redução dos riscos de crises energéticas e na melhoria da qualidade do fornecimento (Hunt; Stilpen; Freitas, 2018). Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo analisar o panorama da energia no Brasil a partir dos dados disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente, foi investigada a produção primária de energia no Brasil no período 2010-2022, com base em dados do Balanço Energético Nacional 2023 (BEN 2023), publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023). Analisou-se a composição da produção primária pelas diferentes fontes, entre renováveis e não renováveis, agrupadas em petróleo, gás natural, hidráulica, lenha, produtos da cana-de-açúcar, outras renováveis e outras não renováveis.

Em seguida, foi averiguada a oferta interna de energia no país entre 2010 e 2022, a partir de informações do BEN 2023 (EPE, 2023). Avaliou-se a contribuição das fontes petróleo e derivados, gás natural, hidráulica e eletricidade, lenha e carvão vegetal, derivados da cana-de-açúcar, outras renováveis e outras não renováveis. Além disso, analisou-se as emissões de gases de efeito estufa da oferta interna de energia do Brasil em relação à de outros países, com dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023; EPE, 2024) e da Agência Internacional de Energia (IEA 2024).

Por fim, foi apurado o consumo final de energia no Brasil no período 2010-2022, novamente, com dados do Balanço Energético Nacional 2023 (EPE, 2023). Examinou-se a participação dos diferentes setores no

consumo final, divididos em industrial, transportes, residencial, comercial, público, agropecuário, setor energético e consumo não energético.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção primária de energia no Brasil, por fonte, no período de 2010-2022, é apresentada na Figura 1.

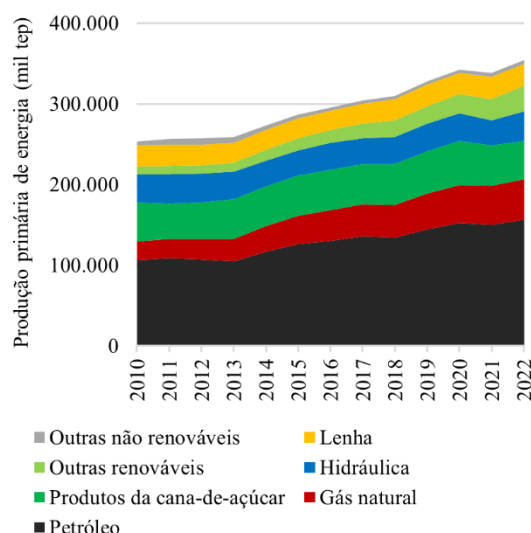


Figura 1. Produção primária de energia no Brasil, por fonte, entre 2010 e 2022. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023).

Foi observado um crescimento de 39,9% na produção primária de energia no Brasil entre 2010 e 2022, com destaque para a contribuição referente ao grupo de outras renováveis, gás natural e petróleo que apresentaram os maiores aumentos, sendo, respectivamente, 229,3%, 119,4% e 46,8%, nesse período (EPE, 2023). Entre as fontes do grupo “outras renováveis” estão energia eólica, energia solar e diferentes tipos de biomassa, enquanto que entre as fontes do grupo “outras não renováveis” estão carvão mineral e urânio (EPE, 2023).

Nota-se que os maiores incrementos ocorreram nos períodos de 2013-2014 e 2018-2019, sendo respectivamente iguais a 5,7% e 5,8%, com destaque para o aumento na utilização de petróleo e gás natural. Em contrapartida, houve um decréscimo de 1,2% na produção primária no período de 2020-2021, contribuindo para esse resultado as fontes petróleo, hidráulica e cana-de-açúcar (EPE, 2023).

A produção primária de energia no país, por fonte, em 2022, é apresentada na Figura 2.

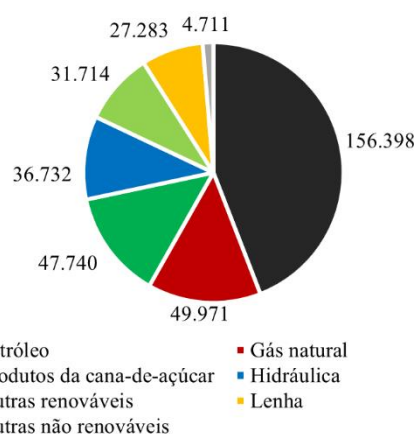


Figura 2. Produção primária de energia no Brasil, em mil tep, por fonte, em 2022. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023).

A produção primária de energia no Brasil foi de 354.548×10^3 tep em 2022, representando um crescimento de 4,8% em relação ao ano anterior, com esse resultado sendo influenciado pelo aumento das fontes do tipo outras renováveis, hidráulica, petróleo e gás natural; e reduções das fontes do tipo outras não renováveis, lenha e produtos da cana de açúcar (EPE, 2023). Em 2022, fontes não renováveis representaram 59,5% do total, sendo o petróleo com a maior participação 44,1%, seguido pelo gás natural com 14,1% (EPE, 2023). Fontes renováveis representaram 40,5% do total no ano de 2022, com as distribuições divididas entre os produtos da cana de açúcar (13,5%), hidráulica (10,4%), outras renováveis, que incluem eólica, solar, biodiesel, lixo e outros resíduos renováveis (8,9%) e lenha (7,7%) (EPE, 2023).

A produção primária de energia é uma variável importante para auxiliar na verificação da dependência externa de energia, sendo essa dada pela diferença entre a demanda total, incluindo perdas de transformação, distribuição e armazenagem, e a produção primária. Em 2022, a demanda total e a produção primária foram de respectivamente 328.180×10^3 tep e 354.548×10^3 tep no Brasil (EPE, 2023). Dessa forma, a dependência externa de energia atingiu um patamar de -26.368×10^3 tep em 2022, apresentando um valor de -8,0%, em relação a demanda total (EPE, 2023). Assim, houve uma exportação líquida de energia de 8,0%, representada pela exportação de petróleo e importações de carvão, gás natural e energia elétrica. Vale salientar que o país passou da condição de importador para exportador líquido de energia em 2018, impulsionado pelo aumento da produção de petróleo (EPE, 2023).

A oferta interna de energia no Brasil, por fonte, no período de 2010-2022, é apresentada na Figura 3.

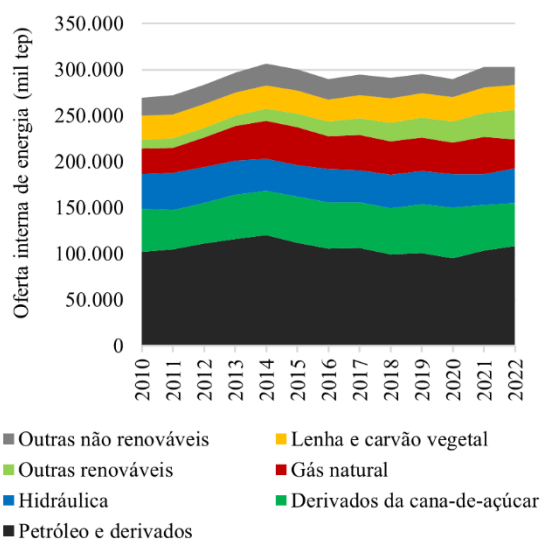


Figura 3. Oferta interna de energia no Brasil, por fonte, entre 2010 e 2022. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023).

No período 2010-2022, observou-se um crescimento de 12,7% na oferta interna de energia no Brasil, com destaque para a contribuição referente ao grupo de outras renováveis que apresentou o maior aumento sendo igual a 229,1% (EPE, 2023). Nota-se que os maiores incrementos ocorreram nos períodos de 2012-2013 e 2020-2021, sendo ambos iguais a 4,7%. Por outro lado, houve um decréscimo de 3,7% na oferta interna para o período de 2015-2016. Em ambos os casos, a fonte que mais contribuiu para esses resultados foi o gás natural (EPE, 2023).

A oferta interna de energia no Brasil, por fonte, em 2022 é apresentada na Figura 4.

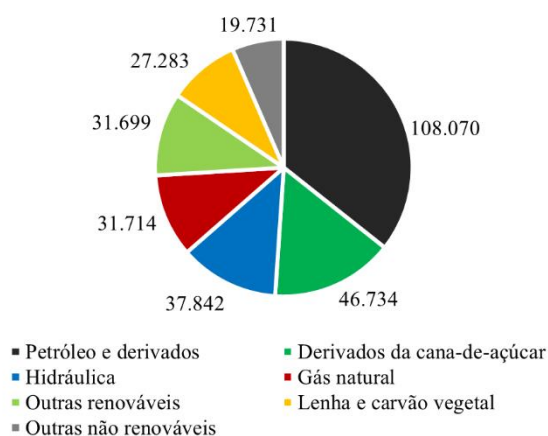


Figura 4. Oferta interna de energia no Brasil, em mil tep, por fonte, em 2022. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023).

A oferta interna de energia no Brasil foi de 303.074×10^3 tep em 2022, o que demonstra um decréscimo de 0,03% em relação ao ano anterior,

contribuindo para esse comportamento, as reduções de gás natural, outras não renováveis, derivados da cana de açúcar, lenha e carvão vegetal; e os aumentos de outras renováveis, hidráulica e petróleo e seus derivados (EPE, 2023). A oferta interna de energia foi composta por 47,4% de fontes renováveis, por outro lado, o petróleo apresentou a maior participação no total, com 35,7% (EPE, 2023).

O Brasil se destaca pela participação de fontes renováveis na matriz energética, comparado ao cenário global (Bondarik; Pilatti; Horst, 2018; Farias; Fontgalland, 2022). Na Figura 5, apresenta-se a composição da matriz energética mundial, dos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do Brasil, em 2021. Observa-se que a matriz brasileira apresentou um grau de renovabilidade superior a três vezes à matriz mundial e da OCDE (EPE, 2024).

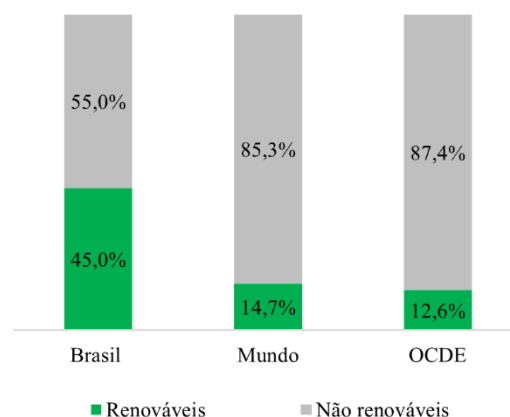


Figura 5. Composição da matriz energética mundial, da OCDE e do Brasil em 2021. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023), EPE (2024) e IEA (2024).

A composição da matriz energética se reflete diretamente nas emissões de dióxido de carbono dos países. Em 2022, a matriz brasileira emitiu 423 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ($\text{MtCO}_2\text{-eq}$), o que representou uma redução de 5,1% em relação ao ano anterior, impactado pelo aumento da participação das fontes renováveis de 45,0% em 2021 para 47,4% em 2022 (EPE, 2023).

Para efeito de comparação, a matriz energética brasileira emitiu 2,1 toneladas de dióxido de carbono equivalente por habitante ($\text{tCO}_2\text{-eq/hab}$) em 2021, enquanto Estados Unidos, China e países europeus da OCDE emitiram, respectivamente, 13,8; 7,5; e 5,6 $\text{tCO}_2\text{-eq/habitante}$ (EPE, 2024). Assim, em média, um brasileiro emitiu aproximadamente 15% de um americano, 28% de um chinês e 38% de um europeu da OCDE para o ano supracitado (EPE, 2024).

Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2024), mostram ainda, que a oferta de energia elétrica em 2022 foi de 690,1 TWh, demonstrando um crescimento de 1,6% em relação ao ano anterior. Desta oferta, 87,9% foram de contribuição de fontes renováveis. A composição total foi representada por hidráulica (63,8%), eólica (11,8%), biomassa (7,6%), gás natural (6,1%), solar (4,4%), nuclear (2,1%), outros (2,1%), carvão vapor (1,2%) e derivados de petróleo (1,0%) (EPE, 2023).

A implementação de políticas públicas de incentivo a fontes renováveis foi importante para o aumento da participação da fonte eólica e solar na matriz elétrica nos últimos anos (Almeida Neto, 2023). Para a primeira destas, destaca-se o papel do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e dos leilões de geração de energia elétrica por fontes renováveis realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (Sampaio; Batista, 2021; Silva, 2023; Diniz; Couto, 2024). Para a segunda, destaca-se a regulamentação do sistema de compensação de energia elétrica por micro e minigeração distribuída por fontes renováveis (Luna et al., 2019; Werner; Lazaro, 2023).

Vale ressaltar que a grande dependência da fonte hidráulica aumenta a vulnerabilidade da matriz elétrica nacional (Tavares, 2023). Em 2001, o país passou por um grave racionamento de energia elétrica, decorrente de uma crise hídrica associada à falta de investimentos no setor energético (Lazaro; Soares, 2024). Em anos mais recentes, algumas regiões brasileiras passaram por períodos de seca que impactaram os reservatórios das hidrelétricas, o que fez aumentar o uso de termelétricas a combustíveis fósseis, as quais possuem maior custo de geração e aumentam as emissões de gases de efeito estufa (Hunt; Stilpen; Freitas, 2018).

O consumo final de energia no Brasil, por setor, no período de 2010-2022, é apresentado na Figura 6.

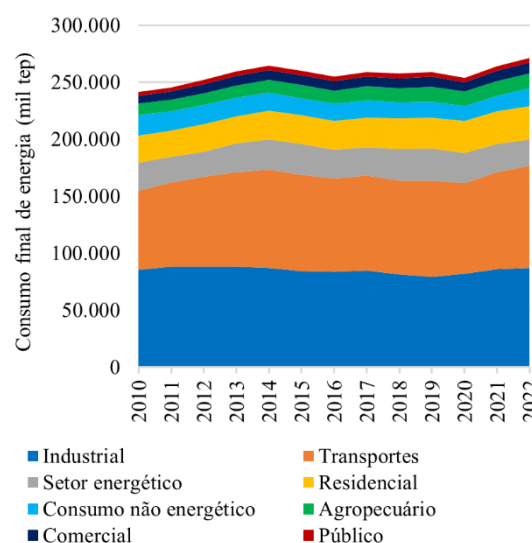


Figura 6. Consumo final de energia no Brasil, por setor, entre 2010 e 2022. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023).

Nota-se que houve um acréscimo de 12,4% no consumo final de energia no Brasil entre 2010 e 2022. Os maiores incrementos ocorreram nos períodos de 2020-2021, sendo igual a 3,9%, e para 2012-2013 e 2021-2022, de 2,8%. Em outros momentos, observa-se um decréscimo em torno de 2,1% no consumo final de energia como nos períodos de 2015-2016 e 2019-2020. O setor que apresentou o maior aumento de consumo entre 2010-2022 foi o comercial, com 37,7%, seguido pelo agropecuário (30,7%) e transportes (28,5%).

O consumo final de energia no Brasil, por setor, em 2022 é apresentado na Figura 7.

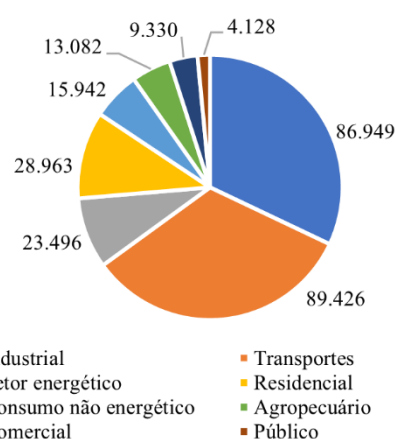


Figura 7. Consumo final de energia no Brasil, em mil tep, por setor, em 2022. Fonte: Elaboração própria a partir de dados de EPE (2023).

O consumo final de energia no Brasil foi de 271.317×10^3 tep em 2022, representando um crescimento de 2,9% em relação ao ano anterior. O



setor de transportes apresentou o maior consumo de energia em 2022, com 33,0%, atrelado ao modal rodoviário com 93,9% desse valor, seguido por industrial (32,0%), residencial (10,7%), setor energético (8,7%), consumo não energético (5,9%), agropecuário (4,8%), comercial (3,4%) e público (1,5%) (EPE, 2023).

Especificamente ao consumo de energia elétrica, houve um consumo de 586,1 TWh no país em 2022 (EPE, 2023). Verificou-se um aumento de 2,3% comparado ao ano anterior. O setor industrial apresentou o maior consumo de eletricidade em 2022, com 37,4%, seguido pelo residencial (26,4%) e comercial (15,7%) (EPE, 2023).

CONCLUSÃO

A partir da análise da série histórica de dados de energia no Brasil, compreendendo o período de 2010-2022, verificou-se que a produção primária, a oferta interna e o consumo final de energia mostraram uma tendência crescente no período. Além disso, houve uma exportação líquida de energia de 8% em 2022, representada por exportação de petróleo e importações de carvão, gás natural e energia elétrica.

Para o ano de 2022, verificou-se que a produção primária de energia no Brasil teve um acréscimo de 4,8% em relação a 2021, sendo a participação de fontes renováveis igual a 40,5% do total; a oferta interna de energia mostrou um decréscimo de 0,03% em comparação com o ano anterior, sendo a participação de fontes de energia renovável representando 47,4% do total; o consumo final de energia mostrou um acréscimo de 2,9% em relação ao ano anterior, com os setores industrial, transportes e residencial apresentando as maiores demandas.

Em relação a energia elétrica, para o ano de 2022, houve uma oferta de 690,1 TWh, com participação 87,9% de fontes renováveis. Para o consumo final houve um acréscimo de 2,3% comparado a 2021, e destaque para o uso dos setores industrial, residencial e comercial.

Para os próximos anos, é importante fomentar a diversificação da oferta interna de energia, principalmente da oferta de eletricidade, altamente dependente de fonte hidráulica, para aumentar a segurança de suprimento da demanda. Vale ressaltar que é imprescindível que isto seja feito a partir do uso de fontes renováveis, como eólica e solar, de modo promover a sustentabilidade da matriz energética brasileira.

REFERÊNCIAS

Almeida Neto, J. C. S.; Torres, P. F.; Manito, A. R. A.; Pinho, J. T.; Zilles, R. A comparison study of grid impact of photovoltaic installations in Brazil according to Normative Resolution 482 and

Federal law 14.300. *Energy Policy*, v. 181, 113699, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113699>.

Bondarik, R.; Pilatti, L. A.; Horst, D. J. Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. *Interciencia*, v. 43, n. 10, p. 680-688, 2018. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/7141>. Acesso em: 21 jun. 2024.

Brasil. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2030*. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030>. Acesso em: 10 abr. 2024.

Brasil. *Plano Nacional de Energia 2050*. Brasília: MME/EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 10 abr. 2024.

Diniz, T. B.; Couto, L. C. Achieving a high share of non-hydro renewable integration in Brazil through wind power: *Regional growth and employment effects*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 197, 114367, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114367>.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional 2023: Ano base 2022*. Relatório síntese. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 10 abr. 2024.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional 2024: Ano base 2023*. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>. Acesso em: 10 abr. 2024.

Farias, C. G.; Fontgalland, I. L. Complexos energéticos: uma análise da nova composição das matrizes de energia do Brasil e do mundo. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 8, n. 1, p. 1421-1445, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v8i1.3988>.

Hunt, J. D.; Stilpen, D.; Freitas, M. A. V. A review of the causes, impacts and solutions for electricity supply crises in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 88, p. 208-222, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.030>.

IEA - International Energy Agency. *Data and statistics*. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics>. Acesso em: 20 jun. 2024.



- Lazaro, R. S.; Soares, R. S. The energy quadrilemma challenges - Insights from the decentralized energy transition in Brazil. *Energy Research & Social Science*, v. 113, 103533, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103533>.
- Luna M. A. R. et al. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. *Energy Procedia*, v. 159, p. 484-490, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>.
- Sampaio, K. R. A.; Batista, V. The current scenario of wind energy production in Brazil: A literature review. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, e57710112107, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12107>
- Silva, J. A. Energia Eólica no Brasil: Avanços e Desafios. *Princípios*, v. 42, n. 167, p. 179-202, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4322/principios.2675-6609.2023.167.010>.
- Tavares, L. A. Matriz elétrica brasileira e as tendências futuras. *Revista Científica Multidisciplinar*, v. 4, n. 5, e453135, 2023. DOI: [10.47820/recima21.v4i5.3135](https://doi.org/10.47820/recima21.v4i5.3135).
- Werner, D.; Lazaro, L. L. B. The policy dimension of energy transition: The Brazilian case in promoting renewable energies (2000–2022). *Energy Policy*, v. 175, 113480, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113480>.