

GEOGRAFIA DO SETOR ELÉTRICO DO ESTADO DO AMAZONAS

Wendell Teles de Lima¹

 <http://lattes.cnpq.br/2543584628480160>

 <https://orcid.org/0000-0002-5223-2650>

Davi Alexandre da Costa Flores²

 <http://lattes.cnpq.br/2002609861695596>

 <https://orcid.org/0009-0005-9543-6265>

Sebastião Perez Souza³

 <http://lattes.cnpq.br/4465454211897132>

 <https://orcid.org/0000-0003-1294-9910>

Resumo

Este artigo analisa a geografia do setor elétrico no Amazonas, destacando a predominância de termelétricas movidas a combustíveis fósseis (85,94%) em sistemas isolados, que atendem 54,29% das localidades desconectadas do SIN. A pesquisa, baseada em dados da ANEEL, EPE e IBGE, revela os desafios da matriz atual: custos elevados, logística complexa, emissões poluentes e perdas na distribuição (39% em Manaus). Apesar do potencial hídrico e solar, essas fontes representam apenas 13,9% e 0,16% da matriz, respectivamente. A centralização do acesso em seis municípios economicamente dinâmicos evidencia disparidades regionais. Conclui-se que a diversificação para fontes renováveis, a expansão da rede interligada e soluções customizadas para comunidades isoladas são essenciais para reduzir desigualdades e promover sustentabilidade. O estudo reforça a urgência de políticas públicas que equilibrem desenvolvimento econômico, conservação ambiental e inclusão energética no estado.

Palavras-chave: Amazonas; Matriz Elétrica; Sistemas Isolados.

Abstract

This article examines the geography of the electricity sector in Amazonas, highlighting the predominance of fossil fuel-powered thermoelectric plants (85.94%) in isolated systems, which serve 54.29% of localities disconnected from the National Interconnected System (SIN). The research, based on data from ANEEL, EPE, and IBGE, reveals the challenges of the current energy matrix: high costs, complex logistics, polluting emissions, and distribution losses (39% in Manaus). Despite the region's hydropower and solar potential, these sources account for only 13.9% and 0.16% of the matrix, respectively. The concentration of access in six economically dynamic

¹Pós-doutorado em geografia, professor da UEA-ENS. E-mail: wtlima@uea.edu.br

²Especialista em metodologia do ensino de Geografia, professor da SEDUC-AM. E-mail: davi.alexandre.flores@gmail.com

³Graduado em pedagogia, especialista em EAD, psicopedagogia, libras, técnico em libras, professor da SEDUC-AM.

municipalities underscores regional disparities. The study concludes that diversifying into renewables, expanding the interconnected grid, and implementing customized solutions for isolated communities are essential to reducing inequalities and promoting sustainability. The findings emphasize the urgency of public policies that balance economic development, environmental conservation, and energy inclusion in the state.

Keywords: Amazonas; Electrical Matrix; Isolated Systems.

Introdução

O estado do Amazonas, maior unidade federativa do Brasil em extensão territorial, enfrenta desafios únicos no que diz respeito à geração e distribuição de energia elétrica. Sua vasta área coberta por floresta tropical, a presença de rios de grande porte e a dispersão de comunidades isoladas criam um cenário complexo para a infraestrutura elétrica. Enquanto outras regiões do país contam com sistemas interligados e fontes diversificadas, o Amazonas ainda depende fortemente de termelétricas movidas a combustíveis fósseis, especialmente em localidades remotas que não são conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Este artigo visa identificar as principais fontes de energia (combustíveis) utilizadas na geração de eletricidade no estado do Amazonas, analisando sua distribuição geográfica e os impactos decorrentes dessa matriz elétrica. A relevância do tema reside na necessidade de planejamento sustentável, uma vez que a dependência de combustíveis como o diesel onera financeiramente o sistema e gera impactos ambientais. Além disso, compreender a geografia do setor elétrico no Amazonas é fundamental para discutir alternativas que ampliem o acesso à energia menos poluente e reduzir desigualdades regionais.

Metodologicamente, o estudo baseia-se em dados oficiais da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), relatórios da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), complementados por análise espacial das usinas geradoras e pesquisas acadêmicas sobre energia na região amazônica. A abordagem combina revisão bibliográfica com análise espacial, permitindo mapear as principais fontes geradoras e suas relações com o território.

A estrutura do artigo segue como uma caracterização geográfica e energética do Amazonas, detalhando em seguida as matrizes predominantes, seus impactos e as políticas públicas em vigor. Por fim, discutem-se perspectivas para uma transição energética mais sustentável no estado.

Aspectos teóricos.

A matriz energética e a matriz elétrica constituem conceitos basilares para a análise de sistemas energéticos, embora frequentemente sejam equivocadamente tratados como sinônimos em virtude da proximidade terminológica. De acordo com Tolmasquim (2016), a matriz energética compreende o conjunto de todas as fontes primárias de energia utilizadas em um território para suprir as diversas demandas socioeconômicas, abarcando não apenas a geração de eletricidade, mas também os setores de transportes e processos industriais.

Por sua vez, a matriz elétrica representa um subconjunto da matriz energética, restringindo-se exclusivamente às fontes empregadas na produção de energia elétrica. Dessa forma, a diferença está na abrangência: enquanto a matriz energética contempla a totalidade das fontes de energia disponíveis em um território, a matriz elétrica delimita-se às modalidades direcionadas à geração de eletricidade. Assim, infere-se que a matriz elétrica é um componente intrínseco da matriz energética.

Essa distinção é relevante para compreender a importância estratégica da eletricidade para o desenvolvimento socioeconômico. O acesso à energia elétrica é primordial, pois, sem ela, se tornam inviáveis serviços básicos como iluminação, saneamento e o uso de tecnologias domésticas, além de prejudicar a educação, seja pela impossibilidade de aulas noturnas e inclusão digital. No campo, a energia impulsiona a agricultura, modernizando técnicas, aumentando a produtividade e facilitando o escoamento da produção, o que gera renda, fortalece mercados e reduz o êxodo rural. Assim, a universalização é não apenas um direito, mas um alicerce para justiça social e crescimento econômico (Júnior et al., 2024).

Nesse contexto, o Brasil apresenta avanços na democratização do acesso à eletricidade. Segundo dados da Central de Conteúdo e Relatórios da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2025), o país possui mais de 89 milhões de unidades consumidoras de energia elétrica, atendendo a uma população superior a 208 milhões de pessoas. Esse número corresponde a 99,8% da população residente no país, demonstrando a importância da eletricidade na promoção do bem-estar das pessoas.

Conforme Mazzone et al. (2021) essa democratização se deu a partir de políticas públicas para acesso à energia elétrica como o programa Luz para Todos (LPT), criado em 2003, cujo objetivo era fornecer eletricidade às áreas rurais não atendidas, especialmente aquelas com alta vulnerabilidade social e baixa renda. Segundo os autores, apesar do alcance dessa cobertura (99,8%) das habitações com energia elétrica, há regiões específicas onde essa taxa ainda não é universal, principalmente na região Norte e Nordeste que demonstra que as disparidades regionais no acesso à energia elétrica no Brasil continuam sendo um desafio. No **Quadro 1** são apresentados os principais desafios ao acesso à eletricidade na região Norte.

Quadro 1 - Desafios ao acesso à eletricidade na região Norte.

Extensão territorial e geografia complexa	A vastidão da região, com suas áreas de difícil acesso e condições geográficas desafiadoras, torna a instalação e manutenção de infraestrutura elétrica extremamente complexa.
Custo elevado da implementação	A logística difícil e os altos custos de instalação e operação reduzem a viabilidade econômica de projetos de energia, especialmente em comunidades remotas, indígenas e ribeirinhas.
Falta de infraestrutura robusta	A escassez de uma rede de transmissão adequada e a insuficiência de investimentos limitam a expansão do acesso ao serviço de energia elétrica.

Distribuição desigual de geração e consumo	Apesar de a região ser responsável por uma significativa fatia da geração de energia no país, seu consumo permanece marginal, refletindo uma distorção entre produção e uso, agravando problemas de acessibilidade.
Aspectos culturais e sociais	As particularidades culturais, modos de vida tradicionais e formas específicas de ocupação do território exigem abordagens diferenciadas e participação comunitária no planejamento e implementação de soluções energéticas.

Fonte: Moura et al., 2021 (org.) autora, 2025

Diante desses desafios, são implementados os Sistemas Isolados — unidades locais de geração e distribuição não conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Enquanto o SIN opera por meio de uma malha interconectada, garantido maior estabilidade e eficiência energética, os sistemas isolados atendem áreas onde a conexão é inviável técnica ou economicamente (Santos et al., 2020).

De acordo com o Portal de Acompanhamento e Informações do Sistema Isolado, mantido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2024), o Brasil possui 175 sistemas isolados, dos quais 99,43% estão concentrados na região Norte. Essa predominância reflete as características geográficas da região, onde a extensão territorial e a baixa densidade populacional dificultam a integração ao SIN. Nesses locais, a geração de energia ocorre principalmente por meio de termelétricas movidas a combustíveis fósseis (como óleo diesel e gás natural) ou biocombustíveis, fontes associadas a elevados custos operacionais e impacto ambiental.

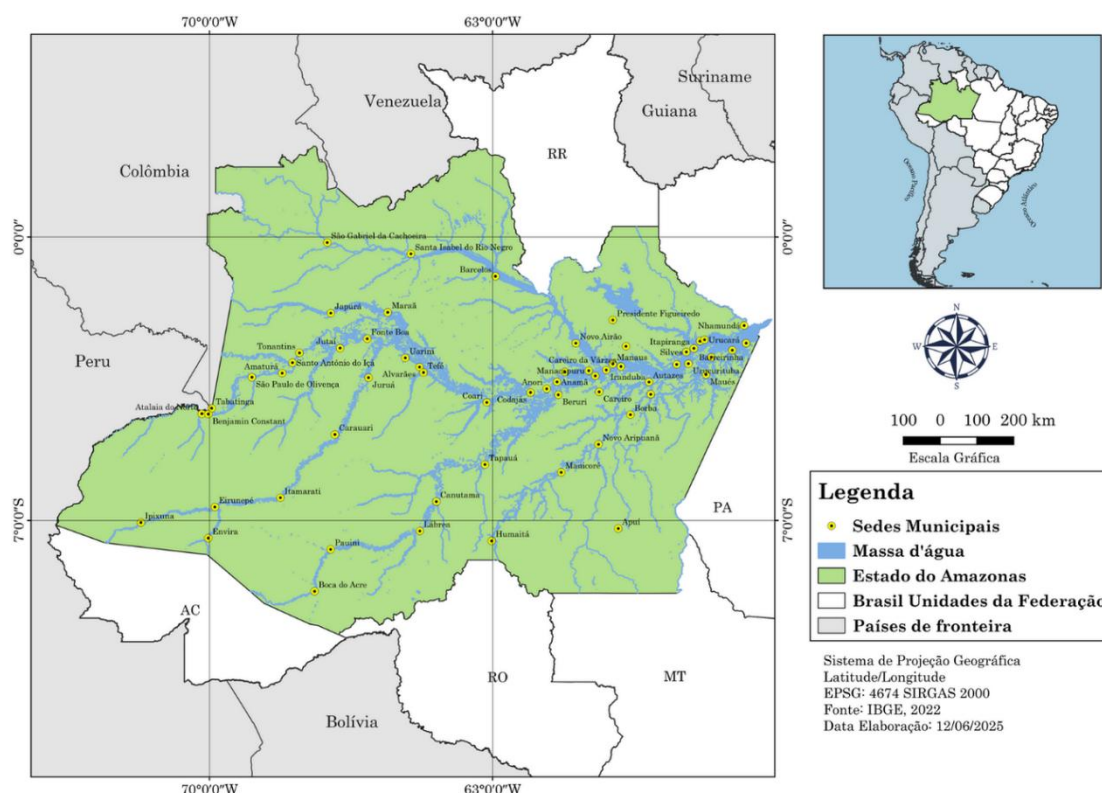
Esses desafios constataam a complexidade de garantir o acesso universal à energia na região, requerendo estratégias específicas, recursos adequados e diálogo com as comunidades locais para serem superados com eficácia.

Aspectos gerais da área de estudo

O estado do Amazonas é o maior do país em extensão territorial (1.558.706, 127 km²), com população de 3.941.613 habitantes e com densidade demográfica de 2,53h/km², localizado na região Norte do país (IBGE, 2022) (**Figura 1**). Está inserido principalmente no domínio climático equatorial, caracterizado por elevadas temperaturas médias anuais e alta umidade devido à influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e da massa de ar equatorial continental (Novais, 2023).

GEOGRAFIA DO SETOR ELÉTRICO DO ESTADO DO AMAZONAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



O estado apresenta uma configuração socioambiental peculiar, caracterizada pela presença de áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas). Dados da Secretaria do Estado de Meio Ambiente do Amazonas (SEMA, 2021) indicam que 30,24% de sua área total (equivalente a 471.332,31 km²) são de unidades de conservação enquanto 27,07% (422.050,14 km²) correspondem a terras indígenas demarcadas. Em contraste, estão as áreas não institucionalizadas que somam 665.323,68 km², representando 42,69% do território estadual. Ademais, o estado concentra a maior população indígena do Brasil: dos 3.941.613 habitantes, 12,45% pertencem a povos originários.

Quanto a economia do Amazonas, a partir dos anos 1970, tem como base a indústria de transformação de bens duráveis, impulsionada pela Zona Franca de Manaus (ZFM) (Silvestrim et al., 2022). Esse modelo industrial, dependente de insumos externos, concentra-se quase exclusivamente em Manaus, criando um polo de desenvolvimento isolado do interior do estado. Apesar de dinamizar a capital, a ZFM aprofunda desigualdades regionais, marginalizando outros municípios e consolidando uma economia centralizada.

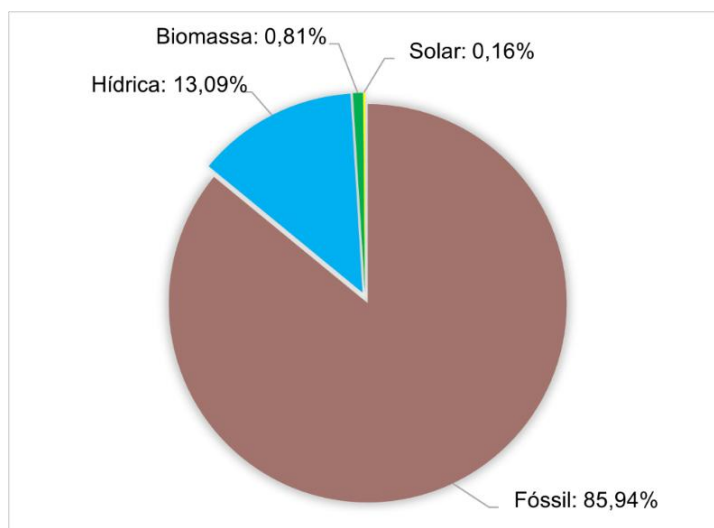
O modelo econômico do Amazonas, centrado na ZFM, ilustra os paradoxos do desenvolvimento regional brasileiro: enquanto gera crescimento tecnológico e integração global para Manaus, reproduz assimetrias históricas ao negligenciar o interior. A desconexão entre a indústria local e a economia regional, com cadeias produtivas dependentes de insumos externos, revela uma fragilidade estrutural, onde o progresso não se traduz em equidade territorial. Que, de acordo com Souza (2022), a concentração em Manaus reflete uma lógica extrativista moderna, em que a inovação não é

democratizada, mas serve a um enclave econômico, exacerbando o esvaziamento produtivo de outras áreas.

Características do setor elétrico

A matriz elétrica do Amazonas é predominantemente de origem fósseis (85,94%), seguida por hidrelétricas (13,9%), biomassa (0,81%) e praticamente ausência de solar (0,16%) (Figura 2).

Figura 2 - Matriz elétrica do estado do Amazonas



Fonte: Sistema de Informação de Geração da ANEEL (SIGA, 2025).

Evidencia-se uma expressiva dependência de fontes fósseis na matriz elétrica, o que demonstra uma diversificação energética limitada. De acordo com Vieira et al. (2024), o estado continua distante de alcançar o Indicador 7.2 da Meta 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma vez que grande parte de suas termoeletricas ainda utiliza o óleo diesel como principal fonte de energia. Essa dependência não apenas compromete a transição para uma matriz elétrica mais sustentável, como também torna o sistema vulnerável às oscilações nos preços dos combustíveis fósseis e aos deságios logísticos relacionados ao abastecimento, especialmente em áreas remotas.

Os ODS, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, compõem uma agenda global com 17 objetivos voltados ao desenvolvimento sustentável, incluindo metas sociais, econômicas e ambientais a serem alcançadas até 2030. A meta 7, especificamente, visa assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos (ONU, 2015).

Dentro dessa meta, o Indicador 7.2 busca alcançar o aumento substancial da participação de energias renováveis na matriz energética global. A permanência da dependência de combustíveis fósseis compromete os esforços de transição para fontes limpas e renováveis, dificultando o alinhamento do estado aos compromissos internacionais assumidos no âmbito dos ODS.

Quanto à contribuição dos recursos hídricos para a matriz elétrica do estado, observa-se que essa ainda é pouco explorada, considerando o elevado potencial disponível. No entanto, no contexto regional da Amazônia brasileira, onde o estado está inserido, a construção de hidrelétricas é alvo de controvérsia,

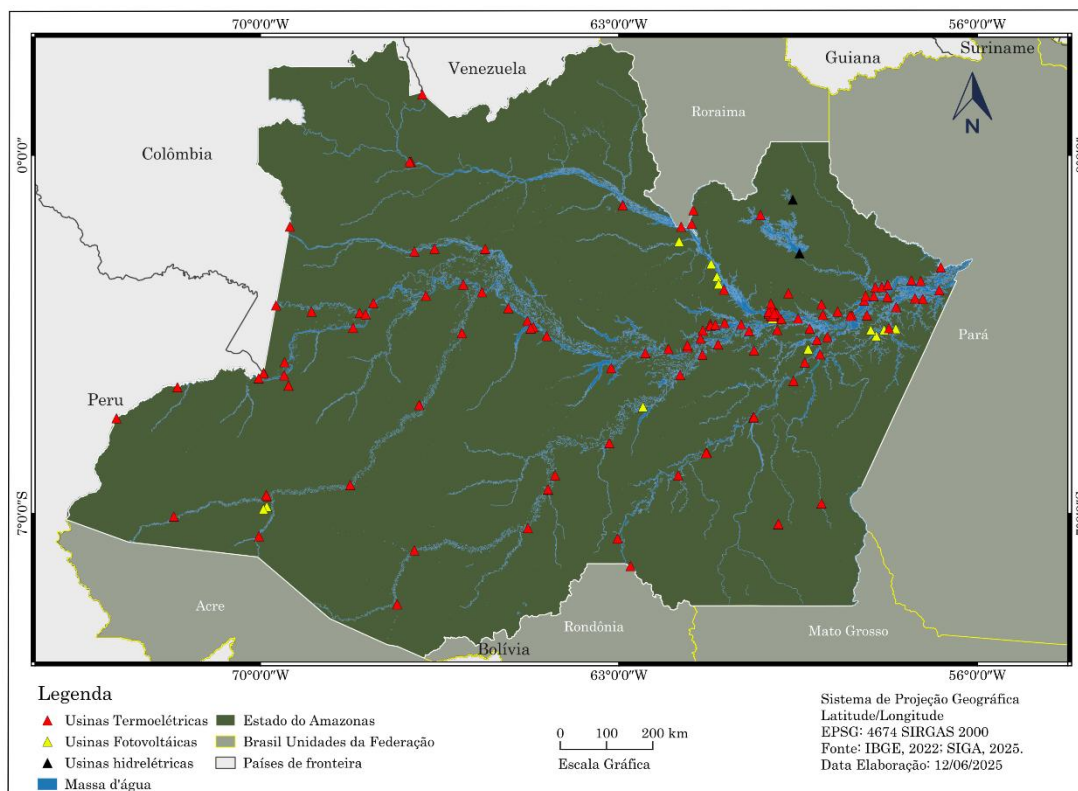
sobretudo pelos impactos socioambientais negativos que afetam as populações tradicionais e indígenas.

Conforme Araújo e Cavalcante (2024) a construção de hidrelétricas na região leva deslocamento forçado dos moradores (comunidades tradicionais e indígenas), interrompendo suas rotinas e modos de vida tradicionais, e gerando dependência econômica de auxílios financeiros governamentais ou da própria empresa responsável pelo empreendimento. Além disso, os impactos incluem a perda da identidade territorial, o enfraquecimento das práticas culturais e o risco de desaparecimento de comunidades locais, especialmente aquelas ligada a aspectos históricos e ambientais específicos.

A energia solar, por sua vez, ainda é quase inexistente na matriz elétrica estadual, apesar de seu enorme potencial. Como destaca Elias (2023), a energia fotovoltaica seria especialmente estratégica em regiões isoladas da Amazônia, onde o acesso à rede elétrica convencional é limitado. Sua implementação traria autonomia energética, aproveitando a abundante radiação solar para gerar eletricidade limpa e sustentável, beneficiando diretamente comunidades ribeirinhas e indígenas. Essa transição não apenas melhoraria a qualidade de vida dessas populações mediante a iluminação, refrigeração e comunicação, como também reduziria a dependência de poluentes e onerosos geradores a diesel - justamente o combustível fóssil que hoje predomina na matriz energética do estado, conforme mencionado anteriormente. Dessa forma, a exploração do potencial solar surgiria como alternativa complementar às fontes hídricas (cujos limites foram anteriormente discutidos) e como passo fundamental para diversificar a matriz energética, alinhando-se aos objetivos do ODS 7.

No Amazonas, as usinas geradoras de eletricidade classificam-se em três tipos: fotovoltaicas (UFV), hidrelétricas (UHE) e termoelétricas (UTE), sendo que estas últimas podem operar com combustíveis fósseis ou biomassa. De acordo com dados do SIGA (2025), o estado possui 147 usinas em operação, distribuídas da seguinte forma: 127 UTEs, 2 UHEs e 19 UFVs conforme ilustrado na **Figura 3**.

Figura 3 - Espacialização das usinas geradoras de eletricidade.



Fonte: IBGE, (2022) e SIGA (2025) (Org.) autora, (2025).

Conforme EPE (2024) o Amazonas concentra 54,29% dos 175 sistemas isolados do país, refletindo a precariedade de acesso à rede nacional. Dos 62 municípios amazonenses, apenas seis (Manaus, Iranduba, Parintins, Itacoatiara, Manacapuru e Presidente Figueredo) estão integrados ao SIN. Esses municípios, por sua vez, figuram entre os dez maiores, produto interno bruto (PIB) do estado, evidenciando uma correlação entre acesso à eletricidade de qualidade e desempenho econômico.

Haja vista que um dos pilares da qualidade da energia no SIN é a robustez da rede. A interligação permite que, em caso de falha em uma usina geradora ou em uma linha de transmissão em uma determinada região, a energia possa ser rapidamente suprida por outras fontes e rotas de transmissão disponíveis no sistema. Isso minimiza o impacto de eventos localizados e garante a continuidade do fornecimento (Guimarães, Silva e Gazzani, 2025).

De acordo com Nobre et al. (2023), essa predominância acarreta diversos problemas, com os altos custos operacionais, uma vez que a logística de transporte de combustíveis fósseis para a região é complexa e onerosa, elevando o custo da energia. Há também impactos ambientais, tendo em vista que a queima desses combustíveis emite gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos, o que contraria a busca por qualidade de vida das populações locais e pela conservação dos recursos naturais. Além disso, ocorrem perdas na distribuição: Baggio e Moura (2013) mencionam perdas de cerca de 39% no sistema de Manaus, o que compromete a eficiência do sistema e aumenta a necessidade de geração de energia.

Considerações finais

O estado do Amazonas enfrenta desafios significativos em sua matriz elétrica, marcada pela predominância de fontes fósseis (85,94%), especialmente em sistemas isolados, que representam 54, 29% do total nacional. Essa dependência gera altos custos operacionais, impactos ambientais e vulnerabilidades logísticas, contrastando com o potencial hídrico e solar pouco explorado. A concentração de infraestrutura em municípios integrados ao SIN, como Manaus, reflete desigualdades regionais e limita o desenvolvimento socioeconômico do interior. Para avançar, são necessárias políticas que incentivem fontes renováveis, ampliem a interligação ao SIN e promovam tecnologias adaptadas às comunidades remotas, alinhando sustentabilidade, e eficiência energética e equidade territorial.

Referências

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Central de Conteúdo e Relatório. Mapa de Distribuição. Brasília-DF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/distribuição>. Acesso em 18 jun. de 2025.

ARAÚJO, G. V. L. S.; CAVALCANTE, M. M. A. Hidrelétricas na Pan-Amazônia e a Desterritorialização das Comunidades Ribeirinhas de Vila de Teotônio/Brasil e Cachuela Esperanza/Bolívia. **Boletim de Conjuntura (BOCA)** ano VII, vol. 21, n.º 61, Boa Vista, 2025.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Portal de Acompanhamento e Informações do Sistema Isolado – PASI**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://pasi.epe.gov.br/>. Acesso em 18 jun. de 2025.

GUIMARÃES, L. H.; SILVA, K. L.; GAZZANI, M. H. O impacto da expansão da geração distribuída nos sistemas de distribuição de energia elétrica. **Revista Caderno Pedagógico**. Studies Publicação e Editora Ltda. Curitiba, v 22, n. 1 p. 01 – 27. 2025. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/13451/7558>. Acesso em: 30 de jun. de 2025.

Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE). Portal de Mapas. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 18 jun. de 2025.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2022: população e domicílios – resultados preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 jun. de 2025.

JUNIOR, P. B.; MONTEIRO, S. M. C.; BARROS, J. N.; BORGES, F. Q.; NOBOT, C. P. Distribuição de Energia Elétrica e Políticas Públicas: uma breve análise

teórica na Amazônia. **Revista de Ciências Humanas**, Vol. 19 n. 2, jul./dez. de 2019.

MAZZONE, A.; CRUZ, T.; BEZERRA, P.; RATHMANN, R.; LUCENA, A. F. P.; SCHAEFFER, R.; SZKLO, A. A Multidimensionalidade da Pobreza no Brasil: um olhar sobre as políticas públicas e desafios da pobreza energética. **Revista Brasileira de Energia**. Vol. 27, N.º 3. 3º Trimestre de 202. Edição Especial.

MOURA, M. E. L.; JESUS, A. M.; REIS, A. K. dos; CASTILHO, D. F. Análise geral dos desafios na geração, transmissão de energia elétrica na Amazônia Legal: aspectos técnicos, econômicos, sociais e planejamento estratégico. **Revista Caderno Pedagógico** – Studios Publicações e Editora Ltda. Curitiba, v. 27, n. 1, 2025.

NOVAIS, G.T. A Variação Climática da Amazônia. In: NOVAIS, Giuliano Tostes (Org.). *Climas do Brasil: classificação climática e aplicações*. 1 ed. Porto Alegre–RS. Tatalbooks, 2023. Acesso em 18 jun. de 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 01 de jun. de 2025.

SANTOS, F. C. dos. et al. Contextualização dos sistemas de armazenamento no cenário elétrico brasileiro. In: CATANE, D. A.; JUNIOR, O. H. A.; HAMERSCHMIDT, M. B (org.). **Tecnologias de Armazenamento de Energia Aplicadas ao Setor Elétrico Brasileiro**. Editora Scienza, 2020 – São Carlos – SP, Brasil.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Unidades de Conservação: **Sobre as UC**. Manaus Amazonas. Disponível em: <https://www.sema.am.gov.br/>. Acesso em: 25 de jun. de 2025

SIGA. Sistema de Informação de Geração da ANEEL (2025). **Capacidade de Geração do Brasil**. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel> . Acesso em: 5 de jun. de 2025.

SILVESTREIM, E. G. et al. Potenciais econômicos para o desenvolvimento sustentável do Amazonas – AM. **Research Society and Development**. Vol. 11, n. 9. 2022.

SOUZA, M. B. de. A urbanização do Amazonas no presente: a manutenção da primazia urbana de Manaus. **Revista de Direito da Cidade**. Vol. 14, Nº 3, p. 1.906 – 1.964. 2022.

TOLMASQUIM, M. T. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Rio de Janeiro, 2016.

VIEIRA. M. R. S. et al. O Amazonas está pronto para atingir o objetivo de desenvolvimento sustentável – ODS 7? **Revista Contemporânea**, vol. 4, n.º 8, 2024. Disponível em:

[https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/5412/404](https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/5412/4041)

[1](#). Acesso em: 01 de jun. de 2025.

Recebido em: 20/06/2000

Aprovado em: 25/07/2025

Publicado em: 10/09/2025