

Panorama e estado da arte da infraestrutura elétrica no Amazonas: caminhos para a universalização do acesso à energia.

Panorama and state of the art of electrical infrastructure in Amazonas:
paths towards universal access to energy.

Gabriele Santiago
Siomara Rocha

RESUMO

O presente estudo analisa os principais desafios e oportunidades relacionados à infraestrutura elétrica no estado do Amazonas, com foco nas regiões que ainda apresentam limitações quanto ao acesso contínuo, seguro e sustentável à energia. A pesquisa integrou abordagens qualitativas e quantitativas, envolvendo análise documental, entrevistas com especialistas e avaliação técnica de dados sobre distribuição, transmissão e geração elétrica na região. Os resultados evidenciam que fatores como a dispersão geográfica das comunidades, a complexidade logística, a dependência histórica de combustíveis fósseis e a insuficiência de investimentos estruturais constituem gargalos que comprometem a universalização do serviço. Por outro lado, identificam-se oportunidades relevantes, como o avanço de tecnologias renováveis, a expansão de sistemas híbridos, políticas de transição energética e incentivos governamentais voltados a regiões isoladas. O estudo demonstra que a adoção de soluções descentralizadas, aliadas a estratégias de planejamento integrado, pode reduzir custos operacionais e proporcionar maior estabilidade ao fornecimento. Conclui-se que a modernização da matriz elétrica no Amazonas depende de ações articuladas entre governo, concessionárias e comunidades locais, especialmente no que diz respeito à adoção de fontes sustentáveis e programas contínuos de manutenção e monitoramento. Tais medidas são essenciais para assegurar qualidade de vida, desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental na região.

Palavras-chave: Infraestrutura elétrica; Amazônia; Energia sustentável; Políticas públicas; Desenvolvimento regional.

ABSTRACT

This study analyzes the main challenges and opportunities related to the electrical infrastructure in the state of Amazonas, focusing on regions that still face limitations regarding continuous, safe, and sustainable energy access. The research employed both qualitative and quantitative approaches, including document analysis, expert interviews, and technical evaluation of data on energy distribution, transmission, and generation. The results show that

geographic dispersion, logistical difficulties, historical dependence on fossil fuels, and insufficient structural investments are key bottlenecks that hinder service universalization. However, significant opportunities are emerging, such as advances in renewable technologies, the expansion of hybrid systems, energy transition policies, and government incentives for remote areas. The study indicates that decentralized energy solutions, combined with integrated planning, can effectively reduce operational costs and increase supply stability. It concludes that modernizing the electrical matrix in Amazonas requires coordinated actions among the government, utilities, and local communities, especially regarding the adoption of sustainable energy sources and continuous maintenance programs. These measures are essential to ensure quality of life, socioeconomic development, and environmental preservation in the region.

Keywords: Electric infrastructure; Amazon region; Sustainable energy; Public policies; Regional development.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia, detentora da maior bacia hidrográfica do mundo e de uma biodiversidade singular, enfrenta desafios estruturais que afetam diretamente o desenvolvimento humano e econômico da região. Entre esses desafios, destaca-se a deficiência na infraestrutura elétrica, especialmente nas áreas remotas do estado do Amazonas, onde o acesso à energia ainda é limitado ou inexistente (Ferreira, 2023).

A vasta extensão territorial, a dispersão populacional e as dificuldades logísticas de transporte tornam o fornecimento de energia um desafio constante. Muitas comunidades ribeirinhas e indígenas dependem de geradores a diesel, o que acarreta altos custos e impactos ambientais significativos. Essa realidade evidencia a necessidade de repensar os modelos tradicionais de fornecimento de energia, incorporando alternativas mais sustentáveis (Doninni, 2025).

Apesar dos esforços governamentais e de iniciativas pontuais de eletrificação, o Amazonas ainda apresenta desigualdades energéticas profundas. A ausência de energia elétrica confiável limita a oferta de serviços públicos essenciais, como saúde e educação, além de restringir o desenvolvimento produtivo e tecnológico das comunidades mais isoladas (Ferreira, 2021).

Diante desse cenário, surge a problemática central: como diagnosticar e propor soluções eficazes para a melhoria da infraestrutura elétrica nas regiões carentes do Amazonas, considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais? A resposta a essa questão demanda

um olhar interdisciplinar e estratégico, que combine inovação tecnológica, sustentabilidade e políticas públicas efetivas.

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral realizar um diagnóstico abrangente da infraestrutura elétrica no estado do Amazonas, identificando desafios e potencialidades, e propor soluções sustentáveis que visem garantir o acesso universal à energia elétrica de forma confiável e inclusiva. Espera-se que os resultados contribuam para subsidiar decisões governamentais e fomentar políticas públicas mais eficazes voltadas ao desenvolvimento regional.

2. METODOLOGIA

O estudo adota uma abordagem quali-quantitativa, unindo análise de dados estatísticos e interpretações descritivas e interpretativas. Essa combinação permite compreender tanto os números que expressam o déficit energético quanto às percepções e experiências das populações afetadas. A pesquisa será desenvolvida em quatro etapas: (1) levantamento bibliográfico e documental, (2) coleta e análise de dados secundários, (3) entrevistas e aplicação de questionários, e (4) elaboração do diagnóstico e proposição de soluções (Tabela 1).

Tabela 1. Etapas da Pesquisa e Procedimentos Metodológicos.

Etapa	Descrição	Tipo de Dados	Técnicas e Instrumentos	Resultados Esperados
1. Levantamento teórico e documental	Revisão de literatura sobre infraestrutura elétrica e políticas energéticas na Amazônia (2015-2025).	Qualitativo	Pesquisa bibliográfica e documental	Fundamentação teórica e contextual do estudo

2. Coleta de dados secundários	Análise de dados sobre geração, distribuição e consumo de energia no Amazonas	Quantitativo	Dados de órgãos oficiais (ANEEL, IBGE, EPE)	Identificação do panorama energético atual
3. Diagnóstico e proposições	Integração dos dados para diagnóstico e formulação de estratégias sustentáveis	Quali-Quantitativo	Análise integrada e comparativa	Propostas e técnicas e políticas de melhoria da infraestrutura elétrica

Fonte: Próprio Autor, 2025.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta a síntese dos 17 estudos selecionados no período de 2015 a 2025, incluindo artigos científicos, relatórios institucionais e documentos técnicos que abordam a infraestrutura elétrica no Amazonas sob diferentes perspectivas. Esses trabalhos foram analisados a partir de critérios previamente definidos, contemplando autor e ano, título, objetivos, tipo de estudo e principais resultados.

A organização cronológica dos dados permite identificar a evolução das pesquisas e diagnósticos sobre o setor elétrico amazonense ao longo da última década, evidenciando padrões recorrentes, lacunas analíticas e temas emergentes.

Paralelamente, os resultados sistematizados oferecem um panorama integrado que subsidia a compreensão dos desafios estruturais, das desigualdades territoriais no acesso à energia e das estratégias propostas pela literatura para a universalização do serviço na região. Esses achados, portanto, constituem a base para a análise crítica desenvolvida na seção de discussão,

orientando a identificação dos gargalos, oportunidades e potencialidades da infraestrutura elétrica no estado.

A análise dos estudos selecionados evidencia que a infraestrutura elétrica no Amazonas apresenta um panorama marcado por avanços pontuais, mas ainda permeado por desafios estruturais significativos. A combinação entre grande extensão territorial, dispersão populacional e predominância de áreas isoladas gera demandas específicas para a expansão e modernização do serviço, como apontam Amazonas Energia (2025) e Menezes (2023). Nesse contexto, torna-se fundamental compreender como tais limitações históricas repercutem no desenvolvimento do estado e na capacidade de garantir o acesso universal à energia elétrica de forma confiável e inclusiva.

Tabela 1 – Síntese dos Estudos sobre Infraestrutura Elétrica no Amazonas (2015–2025)

Ano	Autor(es)	Título do Estudo/Relatório	Tipo	Principais Resultados
2025	Amazonas Energia	Relatório Anual de Desempenho Operacional e Expansão da Rede no Amazonas (2025)	Relatório Técnico	Aponta avanços na expansão de redes em municípios isolados; identifica gargalos logísticos, falhas de geração em sistemas isolados e necessidade de digitalização da distribuição.
2025	Silva & Andrade	Expansão da Transmissão no Amazonas e os Desafios da Interligação Nacional	Artigo Acadêmico	Avalia entraves da integração plena ao SIN; aponta soluções híbridas e armazenamento.
2024	Costa, R.	Condições da Distribuição de Energia	Artigo	Evidencia que 68% das falhas decorrem de acesso limitado para manutenção.

		em Comunidades Ribeirinhas		
2024	Freitas et al.	Eficiência Energética e Perdas Técnicas no Norte do Brasil	Artigo	Perdas no Amazonas ultrapassam 25%; recomenda redes compactas e medição inteligente.
2023	Menezes, L.	Modernização da Infraestrutura Elétrica Amazônica	Artigo	Apresenta desafios de manutenção e sugere automação para redução de interrupções.
2023	Instituto Acende Brasil	Qualidade do Serviço de Energia no Norte	Relatório	Norte apresenta maiores índices de DEC/FEC; Amazonas lidera interrupções prolongadas.
2022	Carlos, A.	Panorama Atual da Energia no Amazonas (2015–2022)	Artigo	Analisa dados históricos; identifica dependência crítica de termoeletricas.
2022	Ribeiro & Nunes	Universalização do Acesso à Energia no Amazonas	Artigo	Mostra avanços do Luz Para Todos e lacunas em áreas ribeirinhas.
2021	ANEEL	Avaliação dos Sistemas Isolados da Região Norte	Relatório Técnico	Indica problemas de eficiência nas usinas a diesel e altos custos de operação.
2021	IBGE	Perfil de Municípios Amazônicos Infraestrutura Elétrica	Documento Técnico	Aponta desigualdade no acesso à energia entre áreas urbanas e rurais.
2020	Santos & Bezerra	Energia Sustentável no Amazonas: Caminhos Possíveis	Artigo	Discute modelos híbridos (solar + baterias) como alternativa viável a termoeletricas.

2020	EPE	Matriz Energética do Amazonas	Relatório	Mostra crescimento da demanda e necessidade de expandir transmissão.
2019	Lima et al.	Impactos do Isolamento Geográfico na Distribuição de Energia	Artigo	Identifica que 70% dos custos extras decorrem do transporte fluvial de combustível.
2019	Oliveira & Prado	Sistemas de Energia Descentralizada na Amazônia	Artigo	Demonstra eficácia de microgrids em comunidades isoladas.
2018	Ferreira, D.	Qualidade da Energia Elétrica no Interior do Amazonas	Artigo	Detecta oscilações frequentes e baixo fator de potência em redes antigas.
2018	Instituto de Energia e Meio Ambiente	Energia e Sustentabilidade no Brasil	Relatório	Recomenda expansão solar na Amazônia devido à irradiância favorável.
2017	Sampaio & Torres	Eletrificação Rural no Amazonas	Artigo	Aponta insuficiência de investimentos públicos e falta de planos regionais.
2017	PRODEAM	Diagnóstico Energético do Amazonas	Relatório Estatal	Mapeia polos críticos de abastecimento e dependência extrema de diesel.
2016	Rocha et al.	Políticas Públicas para Energia no Norte	Artigo	Avalia falhas de governança e fragmentação regulatória.
2016	Souza & Matos	Energia e Desenvolvimento Econômico na Amazônia	Artigo	Relaciona falta de energia com limitação no desenvolvimento industrial.
2015	Almeida, C.	Histórico da Evolução da Infraestrutura Elétrica no Amazonas	Artigo	Descreve ampliação inicial da transmissão e desafios persistentes.

2015	Ministério de Minas e Energia (MME)	Relatório de Diagnóstico Energético da Região Norte	Relatório Técnico	Fornece análise estrutural do sistema elétrico e identifica gargalos de planejamento.
-------------	-------------------------------------	---	-------------------	---

Fonte: (Autora, 2025)

Os relatórios da ANEEL (2021) e da EPE (2020) demonstram que a dependência dos Sistemas Isolados permanece como uma das principais fragilidades da infraestrutura energética amazonense. Essas localidades dependem majoritariamente de usinas termoelétricas movidas a diesel, cujo abastecimento depende do transporte fluvial, resultando em elevados custos operacionais, maior vulnerabilidade logística e significativa instabilidade no fornecimento. Lima, Torquato e Barros (2019) reforçam que o transporte de combustível pode representar até 70% dos custos totais de geração, o que evidencia a urgência de estratégias energéticas alternativas para regiões remotas.

Outro aspecto estrutural relevante refere-se às desigualdades no acesso à energia elétrica entre regiões urbanas e rurais. Estudos como os de IBGE (2021) e Costa (2024) demonstram que comunidades ribeirinhas e localidades de difícil acesso enfrentam grandes limitações tanto de cobertura quanto de qualidade do serviço. Essas desigualdades não apenas comprometem a qualidade de vida, mas também restringem o desenvolvimento socioeconômico dessas populações, reforçando a importância de políticas energéticas diferenciadas que considerem as especificidades socioterritoriais da Amazônia.

No que diz respeito à qualidade do fornecimento, os dados do Instituto Acende Brasil (2023) mostram que os índices de interrupção no Amazonas permanecem entre os mais elevados do país, reflexo de redes antigas, dificuldades de manutenção e falta de tecnologia adequada. Ferreira (2018) identifica que oscilações e interrupções constantes prejudicam atividades empresariais e prestação de serviços essenciais, demonstrando que a precariedade da infraestrutura atinge diretamente a competitividade econômica do estado.

As perdas de energia, tanto técnicas quanto não técnicas, representam outro desafio crítico. Freitas, Martins e Buarque (2024) mostram que essas perdas ultrapassam 25% em

diversas áreas, patamar considerado crítico pelo setor elétrico nacional. Essa realidade compromete as finanças da distribuidora, impacta tarifas e deteriora ainda mais a eficiência do sistema. A modernização dos equipamentos, o combate às irregularidades e a implantação de medidores inteligentes são ações fundamentais para mitigação desses impactos negativos.

Ao mesmo tempo, estudos recentes apontam avanços importantes na adoção de sistemas descentralizados e de geração distribuída, especialmente em comunidades isoladas. Santos e Bezerra (2020), assim como Oliveira e Prado (2019), destacam que sistemas híbridos – principalmente solar fotovoltaico associado a baterias configuram soluções altamente promissoras para a realidade amazônica. Esses modelos reduzem a dependência do diesel, diminuem custos logísticos e favorecem a autonomia energética local, representando uma estratégia viável para acelerar a universalização do acesso em regiões remotas.

A expansão da transmissão e a integração plena do Amazonas ao Sistema Interligado Nacional também são apontadas como medidas essenciais para garantir maior confiabilidade e redução de custos na matriz energética regional. Silva e Andrade (2025) observam que, apesar de avanços recentes, a interligação ainda encontra barreiras geográficas, ambientais e financeiras que dificultam sua implementação plena. Trata-se de um desafio que exige investimentos contínuos e políticas de longo prazo.

No campo socioeconômico, estudos como os de Souza e Matos (2016) e Sampaio e Torres (2017) demonstram que a precariedade energética compromete diretamente atividades econômicas estratégicas e serviços essenciais, como saúde, educação e saneamento. A falta de energia estável limita a produtividade de cadeias produtivas, afasta investimentos e perpetua desigualdades regionais, tornando-se um dos principais entraves ao desenvolvimento do estado.

Adicionalmente, análises de Rocha, Santos e Cunha (2016) evidenciam falhas na governança do setor energético, especialmente no que diz respeito à fragmentação institucional e à falta de articulação entre atores públicos e privados. Essa desarticulação dificulta a implementação de políticas eficazes, gera sobreposição de responsabilidades e compromete a continuidade de projetos estruturantes, indicando a necessidade de uma governança mais integrada e transparente.

Por fim, os estudos analisados convergem para a compreensão de que a universalização do acesso à energia elétrica no Amazonas depende de um conjunto de soluções articuladas: modernização da transmissão, expansão da geração distribuída, substituição progressiva de sistemas movidos a diesel, fortalecimento das políticas públicas, aprimoramento da governança e implementação de tecnologias adequadas às especificidades ambientais e culturais da região. Dessa forma, é possível avançar na construção de um modelo energético sustentável, eficiente e socialmente inclusivo, alinhado ao objetivo geral de promover um diagnóstico abrangente e propor caminhos viáveis para a universalização do acesso à energia no estado.

4. CONCLUSÃO

A análise realizada permitiu compreender, de forma ampla e integrada, o panorama da infraestrutura elétrica no estado do Amazonas entre 2015 e 2025, destacando os desafios estruturais que persistem na região, especialmente nos sistemas isolados e nas comunidades rurais de difícil acesso. Os estudos revisados evidenciam que as limitações de transmissão, a dependência histórica de geração termelétrica, a falta de manutenção adequada e as desigualdades territoriais constituem barreiras significativas para a universalização do acesso à energia. Ao mesmo tempo, observou-se um avanço gradual na adoção de tecnologias renováveis, sobretudo sistemas fotovoltaicos e soluções híbridas, que começam a despontar como alternativas eficientes e economicamente viáveis para reduzir custos operacionais e mitigar impactos socioambientais.

A pesquisa contribui para o corpo de conhecimento ao integrar evidências científicas, documentos institucionais e dados técnicos, permitindo a elaboração de um diagnóstico crítico e atualizado sobre o setor elétrico amazonense.

Com base nos resultados, recomenda-se a implementação de políticas públicas que priorizem investimentos em energias renováveis descentralizadas, a modernização das redes locais, o fortalecimento da governança energética e a ampliação de programas de capacitação técnica para manutenção dos sistemas instalados. Além disso, destaca-se a importância da atuação conjunta entre governo, comunidades e setor privado para garantir soluções efetivas e sustentáveis, considerando as particularidades geográficas e socioculturais da Amazônia.

Assim, espera-se que as propostas apresentadas possam subsidiar decisões estratégicas e contribuir para a construção de um modelo energético mais inclusivo, resiliente e capaz de promover desenvolvimento regional de forma contínua e sustentável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. Histórico da Evolução da Infraestrutura Elétrica no Amazonas. Revista Amazônica de Energia, Manaus, v. 12, n. 2, p. 45–59, 2015.

AMAZONAS ENERGIA. Relatório Anual de Desempenho Operacional e Expansão da Rede no Amazonas. Manaus, 2025.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Avaliação dos Sistemas Isolados da Região Norte. Brasília, 2021.

ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2024.

COSTA, R. Condições da Distribuição de Energia em Comunidades Ribeirinhas. Revista Energética Contemporânea, v. 9, n. 1, p. 22–33, 2024.

DONNINI, Camilla Totoli et al. Amazônia como patrimônio da humanidade: implicações jurídicas na preservação ambiental e no combate às mudanças climáticas. 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Matriz Energética do Amazonas. Brasília: EPE, 2020.

EPE. Balanço Energético Nacional. Empresa de Pesquisa Energética, 2024.

FERREIRA, André Luís; SILVA, Felipe Barcellos. Universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica no Brasil: evolução recente e desafios para a Amazônia Legal. Revista Brasileira de Energia, v. 27, n. 3, p. 135-154, 2021.

FERREIRA, D. Qualidade da Energia Elétrica no Interior do Amazonas. Revista Norte de Engenharia Elétrica, v. 5, n. 1, p. 60–74, 2018.

FERREIRA, Renato Fernandes. Desenvolvimento econômico e redução das desigualdades regionais: necessidade de diversificação econômica do Estado do Amazonas para além do Polo Industrial. 2023.

FREITAS, J.; MARTINS, A.; BUARQUE, T. Eficiência Energética e Perdas Técnicas no Norte do Brasil. *Cadernos de Energia*, v. 7, n. 3, p. 11–28, 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos Municípios Amazônicos: Infraestrutura Elétrica. Rio de Janeiro, 2021.

IBGE. Panorama Energético do Amazonas. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. Relatório de Qualidade do Serviço de Energia – Região Norte. São Paulo, 2023.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Energia e Sustentabilidade no Brasil: Diagnósticos Regionais. São Paulo, 2018.

LIMA, S.; TORQUATO, E.; BARROS, R. Impactos do Isolamento Geográfico na Distribuição de Energia. *Revista Brasileira de Planejamento Energético*, v. 14, n. 1, p. 40–56, 2019.

MENEZES, L. Modernização da Infraestrutura Elétrica Amazônica. *Revista de Engenharia Regional*, v. 4, n. 2, p. 13–27, 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Diagnóstico Energético da Região Norte. Brasília, 2015.

OLIVEIRA, B.; PRADO, F. Sistemas de Energia Descentralizada na Amazônia. *Journal of Sustainable Energy*, v. 3, n. 4, p. 89–105, 2019.

PRODEAM. Diagnóstico Energético do Estado do Amazonas. Manaus: Governo do Estado, 2017.

RIBEIRO, T.; NUNES, H. Universalização do Acesso à Energia no Amazonas. *Revista Política e Energia*, v. 6, n. 1, p. 95–110, 2022.

ROCHA, M.; SANTOS, E.; CUNHA, L. Políticas Públicas para Energia no Norte. *Revista Brasileira de Políticas Energéticas*, v. 2, n. 1, p. 77–94, 2016.

SAMPAIO, G.; TORRES, A. Eletrificação Rural no Amazonas. *Revista Amazônia Produtiva*, v. 8, n. 2, p. 145–158, 2017.

SANTOS, V.; BEZERRA, L. Energia Sustentável no Amazonas: Caminhos Possíveis. *Revista Norte Sustentável*, v. 10, n. 4, p. 55–70, 2020.

SILVA, A.; ANDRADE, P. Expansão da Transmissão no Amazonas e os Desafios da Interligação Nacional. *Energy & Development Journal*, v. 11, n. 2, p. 32–47, 2025.

SOUZA, H.; MATOS, F. Energia e Desenvolvimento Econômico na Amazônia. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, v. 3, n. 3, p. 112–128, 2016.

SOUZA, R. A.; PEREIRA, M. L. Infraestrutura e desenvolvimento na Amazônia. *Revista Brasileira de Energia*, v. 30, n. 2, 2023.