REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA DE RORAIMA: DESAFIOS E CENÁRIOS DA INTEGRAÇÃO REGIONAL

ENERGY INFRASTRUCTURE IN RORAIMA: CHALLENGES AND SCENARIOS OF REGIONAL INTEGRATION

LA INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA DE RORAIMA: DESAFÍOS Y ESCENARIOS DE LA INTEGRACIÓN REGIONAL

Ivana de Nazaré Costa Natividade[1], Juliana Iwashita Kawasaki[2], André Luiz Veiga Gimenes[3], Miguel Edgar Morales Udaeta[4], Vanessa Meloni Massara[5], Viviane Tavares Nascimento[6]

e737280
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i3.7280

PUBLICADO: 03/2026

RESUMO

O sistema elétrico de Roraima operou historicamente sob a condição de isolamento em relação ao Sistema Interligado Nacional (SIN), com base majoritária na geração termelétrica e na importação de energia da Venezuela, interrompida em 2019. O presente artigo tem por objetivo analisar a evolução da infraestrutura energética estadual, compreendendo a transição do modelo de sistema isolado até a conexão ao SIN, por meio do Linhão de Tucuruí, bem como avaliar as perspectivas de integração energética regional no contexto do Arco Norte. A metodologia adotada consiste em pesquisa bibliográfica e documental, estruturada como um estudo de caso comparativo que examina o cenário de geração térmica local e o cenário de interligação ao SIN. Os resultados projetados indicam que a energização da linha de transmissão, em 2025, alterará substancialmente a matriz energética estadual. Observa-se uma diminuição no consumo de combustíveis fósseis e, consequentemente, uma redução nos encargos da Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), além da mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Conclui-se que a superação do isolamento elétrico amplia a segurança do suprimento local e estabelece as condições necessárias para o aproveitamento do potencial hidrelétrico e da complementaridade sazonal das fontes renováveis entre Brasil, Guiana e Venezuela, favorecendo a eficiência energética na região.

PALAVRAS-CHAVE: Integração Energética. Roraima. Infraestrutura. Sistema Isolado.

ABSTRACT

Roraima's electrical system has historically operated in isolation from the National Interconnected System (SIN), relying predominantly on thermoelectric generation and Venezuelan energy import, which were interrupted in 2019. This study analyzes the evolution of the state's energy infrastructure, encompassing the transition from an isolated system model to the connection to the SIN via the Tucuruí transmission line, as well as to evaluate the prospects for regional energy integration within the North Arc context. The methodology consists of bibliographic and documentary research, structured as a comparative case study that examines the local thermal

[1] Mestranda em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.
[2] Doutoranda em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.
[3] Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.
[4] Pós-Doutor em Planejamento Energético e Planejamento Integrado de Recursos, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.
[5] Pós-Doutora em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.
[6] Doutora em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

generation scenario versus the SIN interconnection scenario. The projected results indicate that the energization of the transmission line in 2025 will substantially change the energy matrix. A decrease in fossil fuel consumption was observed, consequently reducing the Fuel Consumption Account (CCC) charges and mitigating greenhouse gas emissions. The study concludes that overcoming electrical isolation enhances local supply security and establishes the necessary conditions for leveraging hydroelectric potential and the seasonal complementarity of renewable sources among Brazil, Guyana, and Venezuela, fostering energy efficiency in the region.

KEYWORDS: *Energy Integration. Roraima. Infrastructure. Isolated Systems.*

RESUMEN
El sistema eléctrico de Roraima ha operado históricamente bajo la condición de aislamiento respecto al Sistema Interconectado Nacional (SIN), basándose mayoritariamente en la generación termoeléctrica y en la importación de energía desde Venezuela, interrumpida en 2019. El presente artículo tiene como objetivo analizar la evolución de la infraestructura energética estatal, comprendiendo la transición del modelo de sistema aislado hasta la conexión al SIN a través de la línea de transmisión de Tucuruí, así como evaluar las perspectivas de integración energética regional en el contexto del Arco Norte. La metodología adoptada consiste en una investigación bibliográfica y documental, estructurada en un estudio de caso comparativo que examina el escenario de generación térmica local y el escenario de interconexión al SIN. Los resultados proyectados indican que la energización de la línea de transmisión en 2025 alterará sustancialmente la matriz energética. Se observó una disminución en el consumo de combustibles fósiles y, consecuentemente, una reducción en los cargos de la Cuenta de Consumo de Combustibles (CCC), además de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se concluye que la superación del aislamiento eléctrico amplía la seguridad del suministro local y establece las condiciones necesarias para el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico y de la complementariedad estacional de las fuentes renovables entre Brasil, Guyana y Venezuela, favoreciendo la eficiencia energética en la región.

PALABRAS CLAVE*: Integración Energética. Roraima. Infraestructura. Sistemas Aislados.*

1. INTRODUÇÃO

A Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana (IIRSA) foi lançada em agosto de 2000, durante o encontro de líderes sul-americanos em Brasília, com o objetivo de impulsionar projetos de infraestrutura em transporte, energia e comunicações. Posteriormente, em 2008, a criação da União das Nações Sul-Americanas (UNASUL) aumentou o escopo da cooperação regional, promovendo uma articulação política, econômica e social participativa em áreas estratégicas como educação e meio ambiente. Nesse contexto, a IIRSA foi incorporada à estrutura da UNASUL como seu órgão técnico, passando a integrar o Conselho Sul-Americano de Infraestrutura e Planejamento (COSIPLAN, 2011).

O Brasil garante legalmente a expansão do acesso à energia por sua importância estratégica para o desenvolvimento. Essa trajetória tem fundamento na Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988). A União é responsável por garantir o acesso universal e a regularidade da eletricidade, deveres reforçados pela Lei n.º 9.074/1995 (Brasil, 1995) e pela criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 1996 (Brasil, 1996), que regula e fiscaliza o setor.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Em seguida, a Lei n.º 10.438 (Brasil, 2002) consolidou essas orientações ao estabelecer a Política de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, executada principalmente pelo programa “Luz para Todos”, voltado ao atendimento de regiões remotas. Nesse contexto de expansão, foi instituído em 2020 o programa “Mais Luz para a Amazônia” (Brasil, 2020), com o objetivo de prover recurso elétrico para comunidades isoladas da região amazônica, incluindo populações ribeirinhas, indígenas e quilombolas, promovendo assim o desenvolvimento socioeconômico em locais de difícil acesso para interligação ao SIN.

Historicamente, a topologia elétrica nas regiões mais remotas do norte do Brasil desenvolveu-se baseada em sistemas isolados, dadas as barreiras geográficas para a integração ao SIN. O suprimento do estado de Roraima se baseou, a partir de 2001, em um acordo binacional com a importação de energia da Venezuela através da hidrelétrica de Guri (Aguiar, 2011). Contudo, limitações técnicas e a instabilidade na rede de transmissão levaram à rescisão do contrato em 2019.

Após a interrupção deste contrato, o estado operou em modo isolado, dependendo da geração térmica local a diesel para garantir o suprimento energético. Essa matriz resulta em um dos maiores custos operacionais do país. A despesa foi rateada entre os consumidores do SIN através dos encargos da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), especificamente da CCC, ultrapassando anualmente R$ 1 bilhão em subsídios com óleo diesel (Brasil, 2025a).

A conexão ao SIN é complexa devido às longas distâncias, impactos em áreas de preservação ambiental e terras indígenas. Já os sistemas isolados atendem regiões com baixa densidade demográfica, resultando em um mercado restrito que exige altos investimentos para um consumo reduzido.

Diante do cenário de transição energética e do histórico de dependência de Roraima em relação à Venezuela, esta pesquisa tem como objetivo levantar os impactos técnicos, econômicos e ambientais da superação do isolamento elétrico do estado. Com esse objetivo, analisa-se a evolução da infraestrutura local, comparando o modelo de geração isolada com a interligação ao SIN via Linhão de Tucuruí, a fim de avaliar os desafios dessa conexão e as perspectivas futuras de consolidação regional por meio do Arco Norte.

2. EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA DE RORAIMA

2.1. O eixo energético Brasil-Venezuela

A configuração de Roraima como sistema isolado do SIN determinou a predominância da fonte termelétrica movida a óleo diesel, ocasionando custos elevados, baixa confiabilidade e crescimento limitado. Diante desse cenário desafiador, avaliaram-se três alternativas: a ampliação do parque termelétrico, construção da Usina Hidrelétrica (UHE) de Cotingo e a interligação com a Venezuela. A primeira opção apresentava alto custo e dependência de combustíveis fósseis.

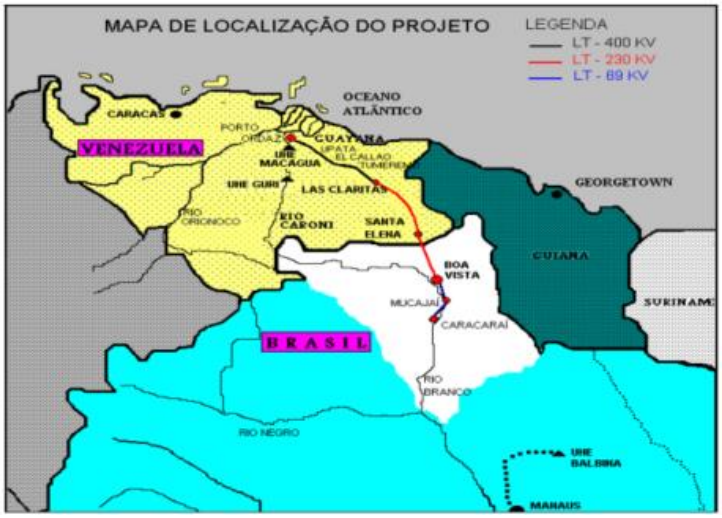
ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A segunda opção foi descartada por impedimentos socioambientais e parecer técnico desfavorável para a execução do projeto. A terceira opção, o Linhão de Guri, que consistia na interligação com a Venezuela, avançou por representar uma prioridade geopolítica, sendo um tema central nas agendas de cooperação do Brasil e Venezuela, com o apoio de políticos locais para a realização do empreendimento. O acordo foi assinado em 1997, iniciando a fase de construção e concluído em 2001 (Aguiar, 2011).

Conforme observado na Figura 1, nota-se o projeto executado, onde o traçado da linha de transmissão percorre 480 km na Venezuela e 195 km no Brasil.

Figura 1. Projeto Linhão de Guri



Fonte: Aguiar (2011).

O Linhão de Guri consiste em uma linha de transmissão de 230 kV que interliga Boa Vista, a capital de Roraima, ao complexo hidrelétrico de Guri, localizado em Puerto Ordaz (Venezuela). Inicialmente, a obra foi destinada a atender os municípios de Boa Vista, Mucajaí, Iracema, Caracaraí, Bonfim, Cantá e Alto Alegre. O acordo do linhão previa a importação de até 200 MW, destacando-se que a tarifa da hidrelétrica venezuelana era significativamente menor que o custo das usinas termelétricas de Roraima. Entre o período de 1997 a 2019, cerca de 75% do estado era abastecido pela hidrelétrica de Guri. Antes da implantação do projeto de Guri, a eletricidade fornecida era gerada por mais de 120 unidades termelétricas distribuídas nos centros urbanos e no interior. Contudo, apesar do grande número de unidades, muitas localidades não eram atendidas. A dependência da produção de energia térmica onera os custos principalmente para o consumidor e possui alto índice de emissões poluentes (Zambonin; Cavalcante, 2023).

A ausência de integração de Roraima ao SIN, decorrente de entraves no licenciamento ambiental do projeto licitado em 2011, perpetuou a dependência energética do estado em relação ao Complexo Hidrelétrico de Guri, na Venezuela.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A estabilidade do fornecimento, contudo, foi comprometida a partir de 2016 por crises hídricas e econômicas no país vizinho, culminando na interrupção total do fluxo em março de 2019. Diante dessa vulnerabilidade, o abastecimento local até 2022 passou a depender exclusivamente de termelétricas a óleo diesel. Tal modelo revelou-se insustentável financeiro e ambientalmente, agravado pela inadequação técnica do parque gerador, originalmente projetado para operar em regime de contingência (Wickert; Júnior, 2024).

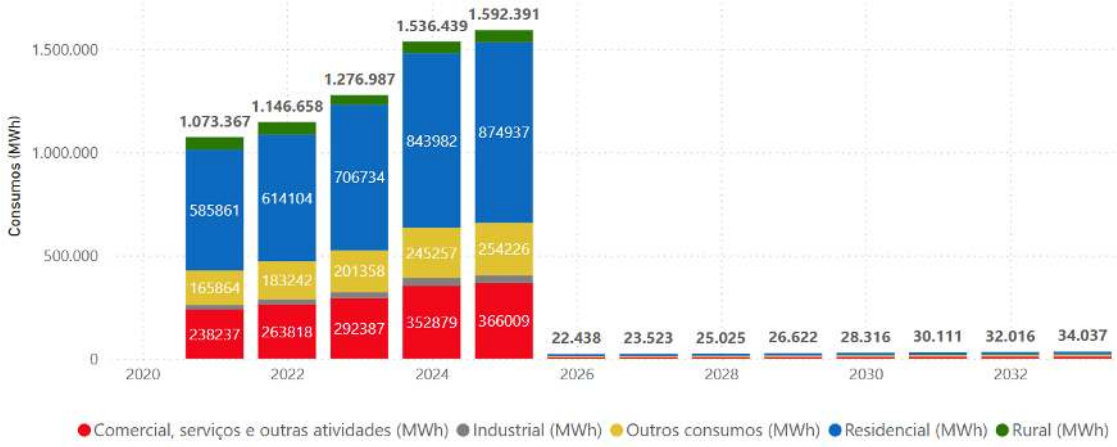
A instabilidade do fornecimento externo impulsionou a busca por segurança energética e a priorização do Linhão de Tucuruí. Contudo, a conexão com Guri preserva seu valor estratégico de eficiência econômica, deixando de ser uma dependência estrutural para tornar-se uma opção comercial complementar.

2.2. O Sistema elétrico isolado de Roraima

A partir de 2019 até setembro de 2025, o estado de Roraima era caracterizado eletricamente como um sistema isolado por não ser interligado ao SIN e não firmar acordos internacionais para aquisição desta energia.

A Figura 2 apresenta o consumo de eletricidade por classe em Roraima. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2024), o principal grupo consumidor roraimense é o residencial com 54%. Em seguida, vem o comercial com 22%, outras classes somam 24%. Ressalta-se a que, a partir de 2026, com a integração ao SIN, o nível de consumo apresentará um decréscimo significativo.

Figura 2. Consumo de eletricidade em Roraima



Fonte: EPE (2024).

Neste período o perfil energético do estado foi predominantemente de fonte termelétrica (Diesel e Gás Natural), conforme dados da ANEEL (2025), cerca de 97,72% da geração advém desta origem, enquanto 1,89% têm origem de usinas hidrelétricas e 0,4% de fonte solar de cerca de 530 MW de capacidade instalada.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A operação dos Sistemas Isolados demanda investimentos significativos em combustíveis fósseis, com predominância do óleo diesel. Devido à inexistência de produção local desses insumos, a logística de abastecimento depende de transporte rodoviário e fluvial, o que torna a geração vulnerável à sazonalidade hidrológica e às condições de navegabilidade da região (EPE, 2024).

Em decorrência do preço do combustível e da complexidade logística, o custo de geração nessas localidades é superior ao praticado no SIN. Para assegurar a modicidade tarifária aos consumidores locais, a diferença de custo em relação ao SIN é subsidiada pela CCC. Este encargo é rateado proporcionalmente entre todos os consumidores de energia elétrica do país (Brasil, 2009).

2.3. O Linhão de Tucuruí e a conexão ao SIN

Decorrente do Leilão ANEEL 04/2011, executado pela Transnorte Energia, união entre Alupar e Eletronorte, o projeto consistiu na implantação de uma linha de transmissão em circuito duplo, operando à tensão nominal de 500 kV, ao longo de aproximadamente 715 km, conforme a Figura 3.

Figura 3. Projeto Interligação de Roraima ao SIN



Fonte: G1 Roraima (2022).

A concessão firmada em 2012 enfrentou impasses no processo de licenciamento ambiental, motivados pela necessidade de travessia de aproximadamente 123 km de linhas de transmissão pela Terra Indígena Waimiri-Atroari. O linhão gerou divergências envolvendo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e o Ministério Público Federal (MPF). O empreendimento foi retomado somente em 2022, após a resolução das pendências regulatórias e o acordo com as partes

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

envolvidas (Silva, 2022).

O Plano Básico Ambiental - Componente Indígena (PBA-CI) diagnosticou 37 impactos decorrentes da implantação do linhão na Terra Indígena Waimiri-Atroari (Kinja), classificando 27 como irreversíveis. Para mitigar tais efeitos, o Programa de Gestão Ambiental Kinja (PGAK) mobilizou, em 2024, cerca de 460 indígenas na fiscalização das obras, resultando em milhares de inspeções e no resgate de fauna e flora local. A participação dos indígenas foi determinante para evitar agravamentos e garantir que as medidas fossem implementadas conforme planejado. O Centro de Gestão Ambiental Kinja (CGAK) tornou-se um espaço de formação para inspetores, monitores, coordenadores, supervisores e gestores, capacitando os Kinja para atuar em diferentes áreas do projeto (Medeiros, 2025).

A adoção do nível de tensão de 500 kV, em detrimento dos 230 kV utilizados na conexão anterior com a Venezuela, decorre da demanda por transmissão de grandes blocos de energia em longas distâncias.

A dependência atual da geração termelétrica para o suprimento estadual impõe elevados encargos operacionais e ambientais, decorrentes do uso de combustíveis fósseis. A interligação proporcionada pela nova linha de transmissão permite a substituição dessa fonte de energia, o que reduz os custos do sistema elétrico e alivia o ônus tarifário suportado pelos consumidores. Projeta-se uma redução nos gastos da Conta de Consumo de Combustíveis estimada em cerca de R$ 500 milhões anuais. Adicionalmente, a substituição da geração térmica local pela conexão ao SIN favorece a descarbonização da composição energética, com uma redução prevista de emissões de gases de efeito estufa da ordem de 1 milhão de toneladas de CO_2 por ano (Brasil, 2025a).

Em setembro de 2025, o linhão foi concluído, energizado e passou a interligar o estado de Roraima ao SIN, operando inicialmente com cerca de 55% da carga, enquanto o restante continuará sendo suprido pelas usinas termelétricas locais até o fim dos contratos vigentes (Brasil, 2025b).

Segundo a ABINEE (2025), a EPE realiza estudos para reforçar a malha de transmissão na região Norte, visando aumentar a confiabilidade do suprimento a Manaus e Roraima, com base em projeções de demanda futura. Além disso, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) estuda a viabilidade técnica da reconexão com a Venezuela. O objetivo é garantir que a infraestrutura e os parâmetros operacionais dos equipamentos estejam alinhados aos requisitos de segurança do sistema brasileiro, seguindo modelos de intercâmbios já praticados nas interligações com a Argentina e o Uruguai.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

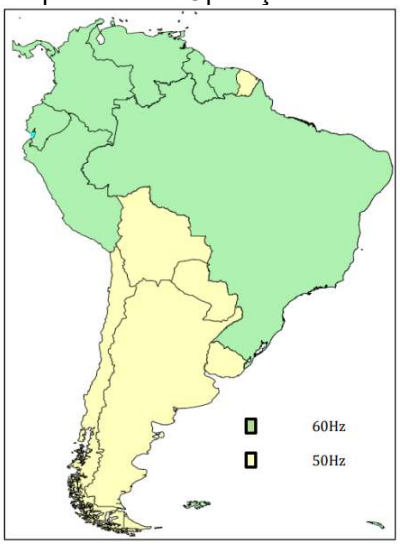
REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

3. BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA REGIONAL

3.1. Frequência de operação

A cooperação energética entre países vizinhos é uma estratégia crucial para a segurança e eficiência dos sistemas elétricos, permitindo a exportação de excedentes e a ajuda mútua em momentos de escassez. Entretanto, a incompatibilidade entre as frequências de operação pode ser uma barreira para a integração. A diferença de frequências entre sistemas sul-americanos exige o uso de estações conversoras de alto custo. No entanto, a Figura 4 evidencia a frequência de operação em cada país, especialmente no eixo norte da UNASUL.

Figura 4. Frequências de Operação na América do Sul



Fonte: EPE (2018).

A compatibilidade nestas regiões permite interconexões em corrente alternada (CA), eliminando a necessidade de conversores e simplificando a proteção do sistema (EPE, 2018). Consequentemente, a interligação do eixo norte apresenta menor custo de investimento se comparada a projetos que requerem a compatibilidade entre 50 Hz e 60 Hz.

3.2. Complementaridade das fontes renováveis

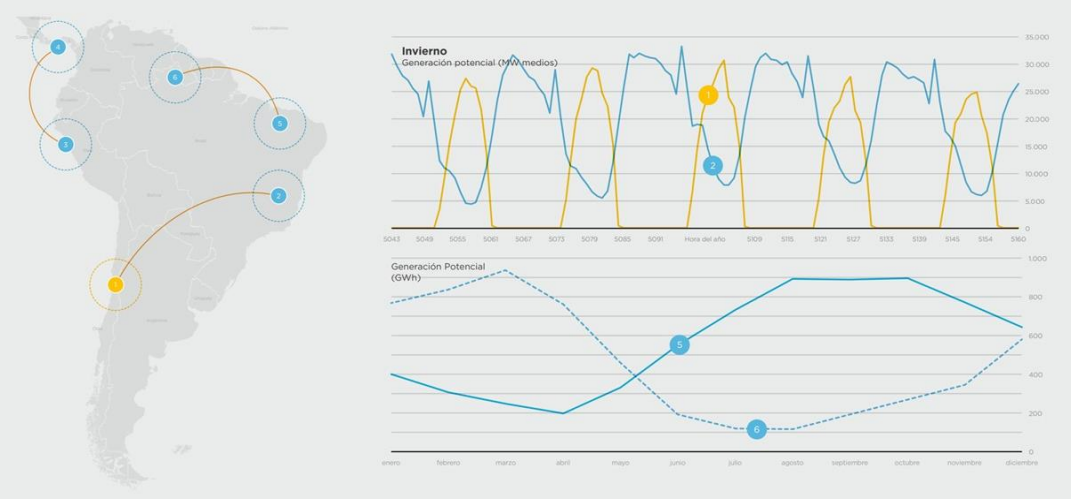
A integração elétrica na América do Sul apresenta potencial para maximizar a complementaridade entre diferentes perfis de carga e geração de fontes renováveis variáveis, otimizando a segurança energética dos países envolvidos. A Figura 5 ilustra esse fenômeno entre o potencial eólico do nordeste brasileiro, predominante à noite e no inverno, e a geração solar no norte do Chile, Bolívia e Peru. De forma análoga, a variação anual dos ventos no Nordeste brasileiro apresenta um padrão complementar ao regime eólico da região Norte do continente, compreendendo Roraima, Venezuela e Guianas, viabilizando o equilíbrio sazonal das redes (EPE,

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

2018).

Figura 5. Complementaridade da Região



Fonte: Paredes adaptado (2017).

A análise dos perfis de geração revela uma notável complementaridade sazonal entre os regimes do eixo Norte e do Nordeste, onde os picos de disponibilidade energética ocorrem em trimestres opostos. Esse comportamento demonstra que a conexão regional atua não apenas como um canal de transporte, mas como um efetivo mecanismo de estabilização da rede. Ao permitir que o excedente de geração de uma região supra o *déficit* energético da outra, o sistema maximiza a eficiência operacional e o aproveitamento dos recursos naturais. O resultado é a garantia de um fornecimento contínuo, seguro e otimizado ao longo de todo o ano, reduzindo a exposição a riscos de desabastecimento e mitigando a necessidade de acionamento de fontes de energia mais onerosas.

3.3. Potencial Hídrico do Arco Norte

A geração de eletricidade na Guiana é altamente dependente de combustíveis fósseis, o que impõe ao país uma das tarifas de energia mais caras da América Latina e do Caribe (entre US$ 0,28 e US$ 0,32/kWh). O setor também enfrenta elevadas perdas técnicas e comerciais, além de desafios institucionais na concessionária local *Guyana Power & Light Inc.* (GPL), cuja infraestrutura será ainda mais pressionada pelo crescimento projetado da demanda energética. Além dos altos custos operacionais, o sistema lida com limitações estruturais, perdas comerciais e a iminência de um aumento na demanda. Consequentemente, o alto preço da eletricidade onera todos os perfis de consumidores e torna a adoção de medidas de eficiência energética uma necessidade urgente, cuja viabilidade é condicionada pelas variações da estrutura tarifária (Pedraza; Riquelme; Méndez, 2016).

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Em 2009, o então presidente Luiz Inácio Lula da Silva anunciou o envio de uma delegação técnica a Georgetown, programada para outubro daquele ano. Em sintonia com as expectativas diplomáticas da Guiana, a missão visava avançar nas tratativas do projeto binacional de uma hidrelétrica de 800 MW. O chefe do Executivo ratificou a prioridade conferida ao tema pelo presidente Bharrat Jagdeo, condicionando a cooperação e os investimentos à segurança energética. Ademais, sinalizou a disposição do Brasil em financiar a infraestrutura via empresas nacionais, incentivando a interconexão com Roraima. Contudo, o empreendimento não obteve execução material até o momento (Reis; Linhares, 2014).

Segundo análise do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (Larrea; Binato; Provenzano; Jeifetz, 2016), a interconexão do Arco Norte apresenta viabilidade técnica e econômica, além de promover vantagens estratégicas regionais. O estudo destaca o expressivo potencial hidrelétrico ainda inexplorado, com predominância no território guianense (estimado em 8,4 GW), cuja bacia hidrográfica pode ser observada na Figura 6.

Figura 6. Potencial hídrico da Guiana



Fonte: Larrea; Binato; Provenzano; Jeifetz (2016).

Os regimes hidrológicos dos rios do Arco Norte apresentam complementaridade sazonal em relação às bacias do Sul do Brasil. A alternância entre períodos de cheia e seca nas regiões assegura a compensação das vazões, resultando em maior segurança de suprimento para a rede interligada.

A aproximação diplomática tardia do Brasil com a Guiana contribui para a inércia em projetos estruturantes, dada a influência estratégica de potências estrangeiras na região. Diante dessa competição, o país necessita redefinir estruturalmente sua diplomacia para o Caribe. A despeito das desvantagens econômicas e culturais frente a outros atores, o Estado brasileiro deve evidenciar sua proximidade geográfica, utilizando diplomacia, comércio e cooperação técnica para

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

consolidar sua influência na região (Reis; Linhares, 2014).

A interligação do Arco Norte fortalece uma integração regional estratégica que vai além da infraestrutura, viabilizando o acesso da Guiana a fontes de energia mais competitivas e promovendo um alívio tarifário essencial para o avanço da eficiência energética nos setores produtivo e residencial. Paralelamente, o projeto pode solucionar o histórico isolamento de Roraima ao conferir redundância e confiabilidade ao seu sistema elétrico, integrando o extremo norte brasileiro a uma rede mais robusta. Sob uma perspectiva socioambiental, a substituição da geração isolada a diesel por uma transmissão compartilhada acelera a transição para uma matriz sustentável, alinhando a segurança energética ao desenvolvimento econômico regional.

3.4. Rota Ilha das Guianas

Segundo o Ministério do Planejamento (Brasil, 2024), a Rota Ilha das Guianas é uma das cinco vias prioritárias para o desenvolvimento continental, visando impulsionar o comércio exterior brasileiro na América do Sul, conforme demonstrado na Figura 7.

O principal objetivo é a eficiência logística, obtida através da redução de prazos e custos operacionais. A iniciativa visa estabelecer um novo corredor de exportação com acesso ao Caribe e ao Canal do Panamá, encurtando a rota comercial para a Ásia e o Hemisfério Norte.

Figura 7. Projeto rota Ilha das Guianas



Fonte: Brasil (2024).

A modernização das infraestruturas rodoviária, energética e digital nos estados de Roraima e Amapá, dentro da Rota da Ilha das Guianas, apresenta potencial para aumentar os

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

fluxos de comércio exterior nesses estados, impactando as economias locais e as do Amazonas e Pará. Cerca de 60% das exportações do estado de Roraima concentraram-se na Venezuela (46%) e na Guiana (12%), pelas rodovias BR-174 e BR-401, respectivamente. O posto aduaneiro de Pacaraima-RR exporta cargas provenientes de Roraima, Amazonas, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul com destino ao mercado venezuelano. As transações comerciais com a Guiana, via Bonfim-RR, apresentam crescimento contínuo, atingindo recordes de valores em dólares, conforme ilustra a Figura 8 (Brasil, 2024).

Figura 8. Transações Comerciais Brasil e Guiana



Fonte: Brasil (2024).

Nesse contexto, destacam-se as obras realizadas como a restauração da BR-174 (eixo de conexão Brasil e Venezuela), a implantação do Linhão de Tucuruí para interligação ao SIN e a expansão da conectividade via Infovia estadual.

A Rota da Ilha das Guianas apresenta-se como uma solução estrutural para a região. A mobilização do potencial hídrico do Arco Norte viabiliza a expansão energética mediante conexões diretas em CA, a operação na mesma frequência elimina a exigência de subestações conversoras, reduzindo custos de infraestrutura do projeto. Além disso, a complementaridade das fontes renováveis da região permite um balanço energético sazonal, reduzindo a necessidade de reservas térmicas e validando a viabilidade técnica do sistema energético.

4. MÉTODOS

A metodologia adotada caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental, com abordagem quantitativa e análise qualitativa. Este trabalho utiliza o método de análise comparativa de cenários, confrontando dados históricos de operação com projeções oficiais de planejamento energético.

Para atingir os objetivos propostos, a análise foi dividida em dois cenários temporais distintos: (1) Cenário de isolamento (2019-2025), caracterizado pela operação desconectada do

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

SIN e dependência térmica; e (2) Cenário de integração (2025-2026), que compreende a energização da Linha de Transmissão Manaus-Boa Vista e a projeção de operação interligada.

A coleta de dados baseou-se em fontes primárias oficiais do setor elétrico brasileiro. Foram utilizados os relatórios do Plano da Operação Energética dos Sistemas Isolados (PEN SISOL) do Operador Nacional do Sistema (ONS), Notas Técnicas, anuários da EPE e dados regulatórios da ANEEL, incluindo o painel do Sistema de Informações de Geração (SIGA) e relatórios sobre CCC.

É importante ressaltar uma limitação quanto aos dados do ciclo 2025-2026, que se baseiam em projeções de planejamento do ONS e EPE, diferindo dos dados observados e consolidados dos anos anteriores. A análise desses dados projetados permite inferir as tendências de eficiência energética e descarbonização facilitadas pela integração ao SIN e estão sujeitos a variações hidrológicas e de demanda, constituindo uma limitação intrínseca aos estudos de planejamento energético.

Para avaliar o impacto da interconexão, foram selecionadas três variáveis, escolhidas por sua relevância na regulação tarifária e ambiental:

Quadro 1. Aspectos considerados para comparação

Variável	Descrição
Matriz de Potência	Comparação da participação percentual de fontes térmicas fósseis versus renováveis/interligadas.
Dispêndio Econômico	Evolução da Conta de Consumo de Combustíveis
Emissões de Gases de Efeito Estufa	Estimativa de emissões evitadas de CO_2 decorrentes da desmobilização térmica

Fonte: Autores (2026).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise comparativa entre os cenários revela impactos estruturais na matriz energética, na segurança do suprimento e dos custos setoriais. A energização da Linha de Transmissão Manaus-Boa Vista, marco da transição entre os cenários, altera a lógica de despacho de carga, deslocando Roraima da condição de maior sistema isolado do país para consumidor do SIN.

O principal indicador dessa alteração é a redução de 98,67% na carga atendida de forma isolada pela distribuidora Roraima Energia, que declina de 1,84 milhão de MWh em 2025 para apenas 24.598 MWh projetado para 2026, após a energização da Linha de Transmissão Manaus-Boa Vista. Esse dado não representa apenas uma redução estatística, mas a consolidação de um novo modelo operacional onde o atendimento local se restringe a 29 localidades remotas, transferindo o centro de carga principal para a base do SIN (ONS, 2025).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

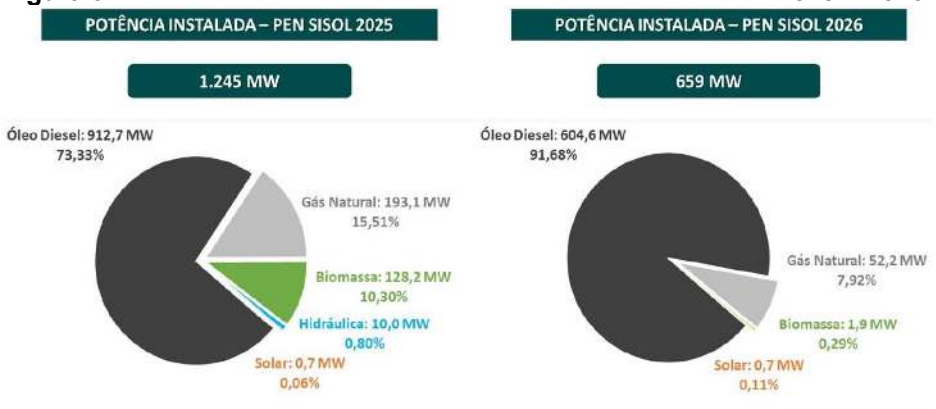
REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A reconfiguração da matriz energética local, observada na transição para o ciclo 2026, expõe o impacto direto da interligação sobre o parque gerador térmico de Boa Vista, onde a queda de 77,1% na geração térmica a gás natural e de quase 99% na biomassa nos sistemas isolados indica que essas fontes se tornaram redundantes com o acesso à rede nacional. Esse cenário é acompanhado por uma redução de quase 50% na capacidade de geração local, sinalizando que a interligação ao SIN via Linhão de Tucuruí substitui a necessidade de manter um parque gerador robusto e ocioso (ONS, 2025).

Do ponto de vista da eficiência logística, a interligação contribui para uma redução de 40,2% no consumo global de óleo diesel previsto para todos os Sistemas Isolados do Brasil em 2026 (ONS, 2025). Tal redução mitiga a vulnerabilidade histórica do estado frente ao transporte contínuo de combustível por vias rodoviárias e fluviais, que frequentemente expõe o suprimento a riscos de desabastecimento e às condições sazonais da região.

A análise dos dados de 2026 revela que embora a geração térmica total diminua em volume, a dependência relativa do óleo diesel nos sistemas que permanecem isolados aumenta, saltando para 91,68% da matriz local. Esse fenômeno demonstra que, enquanto a capital atinge a segurança energética via SIN, o atendimento às áreas remotas de Roraima sofre um processo de "fossilização" da matriz, tornando-se mais concentrado em fontes de alto custo e emissão. Tal cenário reforça que a integração via transmissão resolve o problema da carga de base, mas a descarbonização plena das fronteiras permanece um desafio técnico-econômico não resolvido apenas pela Linha de Tucuruí. Pode-se observar o impacto da potência instalada da matriz energética na Figura 9 (ONS, 2025).

Figura 9. Potência Instalada de Sistemas Isolados Nacionais em 2025 e 2026



Fonte: ONS (2025).

A substituição do modelo de suprimento altera a estrutura de custos do setor. Deixa-se de arcar com o custo variável e volátil dos combustíveis fósseis para assumir o custo fixo do uso do sistema de transmissão. Historicamente, o subsídio via CCC em Roraima ultrapassou anualmente

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

R$ 1 bilhão (ANEEL, 2026), conforme Figura 10. O impacto sistêmico da interligação já se reflete na proposta orçamentária da CCC para 2026, que indica uma redução de 8,9%, cerca de R$ 1,1 bilhão, nos reembolsos, vinculada diretamente à conexão de Roraima ao SIN (ANEEL, 2025).

Figura 10. Série histórica do orçamento da CCC do Brasil e Roraima



Fonte: ANEEL (2026).

A mudança da matriz térmica pela energia interligada ao SIN resulta também em benefícios ambientais diretos. A desativação das usinas térmicas de grande porte em Boa Vista evita a queima diária de volumes expressivos de combustíveis fósseis. Projeções indicam que essa transição favorece a redução de emissões de gases de efeito estufa na ordem de 1 milhão de toneladas de CO_2 por ano (Brasil, 2025a).

Deste modo, a substituição para operação interligada projeta benefícios ambientais pela desativação de grandes usinas termelétricas em Boa Vista. Contudo, a persistência de 91,68% de diesel na geração local remanescente ressalta que o benefício ambiental é, por ora, concentrado geograficamente nos centros urbanos atendidos pelo linhão.

6. CONSIDERAÇÕES

A interligação energética sul-americana consolida-se como uma tendência estratégica no planejamento energético. Apresenta o Brasil como potencial exportador, viabilizando o aproveitamento de excedentes de geração, contendo a necessidade de cortes (*curtailment*) e reduz a necessidade de novos investimentos em transmissão, devido à proximidade das fronteiras. Porém, a avaliação das matrizes energéticas locais evidencia um paradoxo da viabilidade técnica da conexão, garantida pela diversidade de recursos naturais e suas complementaridades, que contrasta com a dificuldade de materialização desse potencial por barreiras institucionais e alternância de ciclos políticos.

Concluído em setembro de 2025, o Linhão de Tucuruí ultrapassa a infraestrutura regional e inicia uma nova dinâmica geopolítica. A superação do isolamento elimina uma vulnerabilidade histórica e reposiciona Roraima como conexão estratégica entre o Arco Norte e o mercado

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

brasileiro. O estado reduz fragilidades energéticas e torna-se uma ponte de integração, garantindo um sistema regional sustentável.

O estudo desenvolvido por Larrea, Binato, Provenzano e Jeifetz (2016) avalia a viabilidade técnica e econômica de integrar o sistema de energia da Guiana, Suriname, Guiana Francesa e dos estados brasileiros do Amapá e Roraima. Os resultados comprovam que a substituição de sistemas isolados, dependentes de combustíveis fósseis, por uma linha de transmissão regional interconectada reduziria os gastos operacionais e os impactos ambientais, permitindo o compartilhamento de recursos, aproveitando o vasto potencial hidrelétrico da região e a complementaridade sazonal com o restante do Brasil. Os resultados indicam que a cooperação regional reduziria custos operacionais, aumentaria a segurança do suprimento e fomentaria o desenvolvimento econômico sustentável. A interconexão é um projeto estratégico, capaz de transformar a estrutura da oferta de energia local e facilitar a exportação de energia limpa para o mercado brasileiro.

Em visita a Roraima, o ministro de Minas e Energia, Alexandre Silveira, reafirmou a importância da cooperação energética na América do Sul. Segundo o ministro, um arco do setor elétrico envolvendo nações como Guiana e Venezuela é estratégico para garantir a estabilidade do sistema nacional. Silveira destacou que essa cooperação é fundamental para a manutenção da bandeira verde, mesmo em períodos de crise hídrica (FMASE, 2025).

A interligação do Arco Norte reduz despesas tarifárias e amplia a segurança energética via compartilhamento de reservas. Ao substituir a matriz fóssil pelo potencial hídrico, o projeto impulsiona a gestão ambiental e o desenvolvimento econômico sustentável.

Conclui-se que o aproveitamento integrado dos recursos energéticos apresenta custos inferiores aos da operação isolada, pois a economia operacional compensa os investimentos em transmissão. O fortalecimento do eixo Brasil-Guiana-Venezuela não apenas fortalece a região contra crises hídricas, mas estabelece um modelo de desenvolvimento sustentável capaz de superar o desafio remanescente da dependência fóssil na Amazônia, uma matriz regional compartilhada viabiliza o comércio de eletricidade e a exportação de excedentes, otimizando os recursos da região.

REFERÊNCIAS

ABINEE. **Brasil pode alterar importação de energia venezuelana**. São Paulo: ABINEE, 2025. Disponível em: https://www.clipping.abinee.org.br/brasil-pode-alterar-importacao-de-energia-venezuelana/. Acesso em: 12 dez. 2025.

AGUIAR, G. M. P. de. **Integração Regional Pela Via Energética:** O Estudo de Caso da Interligação Elétrica Venezuela-Brasil. 2011. Tese (Doutorado em Relações Internacionais e Desenvolvimento Regional) – Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília; Doutorado Interinstitucional UFRR/UnB/FLACSO, Brasília, 2011.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANEEL. **Nota Técnica nº 237/2025-STR/ANEEL**. Proposta de Orçamento Anual da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE de 2026, a ser submetida à consulta pública. Brasília, DF: ANEEL, 2025.

ANEEL. **SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL**. Brasília, DF: ANEEL, 2025. Painel interativo (Power BI). Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGE3NjVmYjAtNDFkZC00MDY4LTliNTItMTVkZTU4NWYFmIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9. Acesso em: 14 dez. 2025.

ANEEL. **Subsidiômetro**. Brasília: ANEEL, 2026. Disponível em: https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/subsidiometro. Acesso em: 11 jan. 2026.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 10.221, de 5 de fevereiro de 2020**. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal - Mais Luz para a Amazônia. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10221.htm. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE, dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica [...]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.111, de 9 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre os serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados [...]. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12111.htm. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995**. Estabelece normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1995.

BRASIL. **Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996**. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9427cons.htm. Acesso em: 07 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Roraima entra no Sistema Elétrico Nacional, se torna polo estratégico de energia e abre espaço para novos investimentos**. Brasília: Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/roraima-entra-no-sistema-eletrico-nacional-se-torna-polo-estrategico-de-energia-e-abre-espaco-para-novos-investimentos. Acesso em: 14 dez. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Acordo judicial permite a retomada das obras da linha de transmissão entre Manaus e Boa Vista**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/acordo-judicial-permite-a-

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

retomada-das-obras-da-linha-de-transmissao-entre-manaus-e-boa-vista. Acesso em: 13 dez. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Com investimento de R$ 3,3 bilhões, Lula e Silveira dão início à energização do Linhão Manaus–Boa Vista**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2025a. Segurança Energética. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/com-investimento-de-r-3-3-bilhoes-lula-e-silveira-dao-inicio-a-energizacao-do-linhao-manaus2013boa-vista. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Rotas de Integração e Desenvolvimento Sul-Americano. Apresentação realizada na Comissão de Integração Nacional, Desenvolvimento Regional e da Amazônia (CINDRA)**. Brasília: Câmara dos Deputados. 2024. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoespermanentes/cindra/arquivos/SimoneTebetRotasdeIntegrao.pdf. Acesso em: 14 dez. 2025.

COSIPLAN - CONSELHO SUL-AMERICANO DE INFRAESTRUTURA E PLANEJAMENTO. **Plano de Ação Estratégica 2012-2022**. Brasília: IIRSA/COSIPLAN, 2011. Disponível em: https://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/II_COSIPLAN_2011_PAE_port_final.pdf. Acesso em: 14 dez. 2025.

EPE. **Panorama e Perspectivas sobre Integração Energética Regional**. Brasília: EPE, 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Integracao%20Energetica%20Regional.pdf Acesso em: 18 nov. 2025.

EPE. **PASI - Portal de Acompanhamento e Informações dos Sistemas Isolados.** Brasília: EPE, 2024. Disponível em: https://pasi.epe.gov.br/PainelInterativo. Acesso em: 21 dez. 2025.

EPE. **Planejamento do Atendimento aos Sistemas Isolados Ciclo 2024 Horizonte 2025 a 2029**. Brasília: EPE,. 2024. Nota Técnica EPE/DEE/091/2024-RO. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/-863/Caderno_Planejamento%20SISOL_Ciclo%202024.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

FMASE. **Ministro defende integração energética na América do Sul e cita Guiana e Venezuela**. [S. l.]: FMASE, 2025. Disponível em: https://www.fmase.com.br/Noticia,Abrir,24625,12384.aspx. Acesso em: 16 dez. 2025.

G1 RORAIMA. Linhão de Tucuruí: entenda o que é a obra que vai ligar Roraima ao sistema nacional de energia. **G1 RORAIMA**, 2022. Disponível em: https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/2022/05/04/linhao-de-tucurui-entenda-o-que-e-a-obra-que-vai-ligar-roraimaaosistemanacionaldeenergia.ghtml. Acesso em: 15 nov. 2025.

LARREA, S.; BINATO, S.; PROVENZANO, D.; JEIFETZ, C. **Arco Norte electrical interconnection study**. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank. 2016. Disponível em: https://publications.iadb.org/en/arco-norte-electrical-interconnection-study. Acesso em: 15 dez. 2025.

MEDEIROS, C. Atuação de indígenas diminui impactos ambientais das obras do linhão de Tucuruí, que entram na reta final. **Climate Tracker**. 2025. Disponível em: https://climatetrackerlatam.org/historias/atuacao-de-indigenas-diminui-impactos-ambientais-das-obras-do-linhao-de-tucurui-que-entram-na-reta-final/. Acesso em: 08 jan. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ONS. **Plano anual da operação energética dos sistemas isolados para 2026:** PEN SISOL 2026. Relatório Técnico RT-ONS DPL 0437/2025. Rio de Janeiro: ONS, 2025. Disponível em: https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/RTONS%20DPL%200437-2025%20-%20PEN%20SISOL%202026.pdf. Acesso em: 10 jan. 2026.

PAREDES, J. R. La Red del Futuro: Desarrollo de una red eléctrica limpia y sostenible para América Latina. **Inter-American Development Bank**, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.18235/0000937.

PEDRAZA, A.; RIQUELME, R.; MÉNDEZ, P. **Energy efficiency in water utilities:** the case of Guyana. Nota Técnica IDB-TN-1081. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 2016. Disponível em: https://publications.iadb.org/handle/11319/2814.

REIS, Y.; LINHARES, E. Guiana e sua importância geopolítica no continente sul-americano. *In:* DESIDERÁ NETO, Walter Antonio; TEIXEIRA, Rodrigo Alves (Org.). **Perspectivas para a integração da América Latina**. Brasília: Ipea: CAF. 2014.

SILVA, A. A. S. da. **Transição energética e suas barreiras:** o caso da geração elétrica do Estado de Roraima. 2022. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2022.

WICKERT, F. de S; JÚNIOR, A. C. R. A. Sustentabilidade na geração de energia elétrica no estado de Roraima - Brasil. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 18, n. 50, p. 1-14, 2024. DOI: 10.18227/2177-4307.acta.v18i50.8441. Disponível em: https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/8441. Acesso em: 15 fev. 2026.

ZAMBONIN, R. V.; CAVALCANTE, M. M. de A. Panorama do Cenário Energético da Última Fronteira Elétrica: Roraima. **Geografia**, v. 48, n. 1, p. 1–27, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5016/geografia.v48i1.16848.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.