

Revista

Energia na

AMAZÔNIA

v. 2, n. 1, 2025



Reitor

SYLVIO MÁRIO PUGA FERREIRA

Vice-reitora

THEREZINHA DE JESUS PINTO FRAXE

Diretor do CDEAM

RUBEM CESAR RODRIGUES SOUZA

Coordenadora de Projetos e Captação de Recursos do CDEAM

MÁRCIA DRUMOND SARDINHA

Coordenador de Transferência de Resultados do CDEAM

HELDER CRUZ DA SILVA

Coordenador de Formação de Recursos Humanos do CDEAM

JEAN MACHADO MACIEL DA SILVA

Conselho Editorial da Revista Energia na Amazônia

Profa. Dra. Ângela Mari dos S. Costella
Prof. Dr. Antonio do Nascimento S. Alves
Profa. Dra. Caren Michels
Profa. Dra. Cristiane Daliassi R. de Souza
Prof. Dr. Danilo de Santana Chui
Prof. Dr. Helder Cruz da Silva
Prof. Dr. Jaime Casanova Soeiro Junior
Prof. Dr. Jean Machado Maciel da Silva
Prof. Dr. João Caldas do Lago Neto
Profa. Dra. Joemes de Lima Simas
Prof. Dr. Leandro Aparecido Pocrifka
Prof. Dr. Nilton Pereira da Silva
Prof. Dr. Rubem Cesar Rodrigues Souza
Profa. Dra. Virginia Mansanares Giacon

Editora-chefe

Profa. Dra. Cristiane Daliassi Ramos de Souza

Capa

Jean Machado Maciel da Silva

Editoração Eletrônica

Jean Machado Maciel da Silva

Greice Vaz

Prezados(as) leitores(as),

Reafirmando o compromisso assumido apresentamos o segundo volume e primeiro número do ano 2025 da **Revista Energia na Amazônia**. Com gratidão aos colaboradores(as) e leitores(as) este número é composto por cinco artigos.

O primeiro artigo traz recomendações para leilões de energia renovável para os Sistemas Isolados. O segundo caracteriza o acesso à energia e o processo de transição energética na Região Amazônica. O terceiro apresenta informações pertinentes ao gás natural no contexto do estado do Amazonas, dando ênfase a quantificação das emissões de gases de efeito estufa. O quarto mostra a experiência da Universidade Federal do Amazonas com o Programa de Gestão Energética Institucional.

Boa leitura!

Profa. Dra. Cristiane Daliassi Ramos de Souza

Editora-chefe da revista Energia na Amazônia

REVISTA ENERGIA NA AMAZÔNIA

VOLUME 2 | NÚMERO 1 | JANEIRO/JUNHO 2025

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Revista Energia na Amazônia [recurso eletrônico] / Universidade Federal do Amazonas, Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM, v. 2, n. 1, jan/jun. Manaus, AM: CDEAM, 2025.

Semestral

Online

Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/energianaamazonia>

Títulos e resumos bilíngues (português/inglês)

Título abreviado: REA: Rev. Energ. Amazon.

1. Recursos energéticos - Pesquisa - Amazônia - Periódicos. 2. Energia - Fontes alternativas - Amazônia - Periódicos. 3. Desenvolvimento energético - Pesquisa - Amazônia - Periódicos. I. Universidade Federal do Amazonas. Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico II. Título

CDU (1976): 620.9(811)

(Catalogação realizada pela bibliotecária Maria Siméia Ale Girão – CRB11-284)
Biblioteca Central da UFAM

SUMÁRIO

- 11** PROPOSTA DE LEILÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA OS SISTEMAS ISOLADOS DA AMAZÔNIA
Rubem Cesar Rodrigues Souza, Karen Barbosa de Melo, Thainara Costa da Silva, José Maria Ypiranga de Carvalho
- 22** ENERGIA NA REGIÃO AMAZÔNICA: PERSPECTIVAS PARA O PROCESSO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA
Ana Carolina Chaves, Julia Mercedes Strauch, Sérgio Leal Braga, Bruno Elizeu
- 36** EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EVITADAS COM A UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL EM USINAS TERMELÉTRICAS NO AMAZONAS
Raquel Caldas Ferreira, Niaracir Hans Pestana Campos, Izabelly Cruz da Costa
- 50** GESTÃO ENERGÉTICA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Rubem Cesar Rodrigues Souza, Brenda Ananda de Souza Roderigues, Márcia Drumond Sardinha
- 62** AÇÕES GOVERNAMENTAIS NOS SISTEMAS ISOLADOS NA AMAZÔNIA LEGAL
Márcia Drumond Sardinha, Rubem Cesar Rodrigues Souza, Cristiane Daliassi Ramos de Souza



PROPOSTA DE LEILÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA OS SISTEMAS ISOLADOS DA AMAZÔNIA

PROPOSAL FOR RENEWABLE ENERGY AUCTION FOR ISOLATED SYSTEMS IN THE AMAZON

Rubem Cesar Rodrigues Souza^{1*}, Karen Barbosa de Melo², Thainara Costa da Silva³, José Maria Ypiranga de Carvalho⁴

¹Universidade Federal do Amazonas, Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico - CDEAM, Manaus/AM, Brasil. E-mail: rubem@ufam.edu.br

^{2,3,4}Instituto Energia e Desenvolvimento Sustentável - INEDES, Manaus, Am, Brasil.

Resumo

A geração de energia elétrica no âmbito dos Sistemas Elétricos Isolados (SISOL) é predominante à óleo diesel e os leilões de energia recentemente realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica não se mostraram capazes de mudar essa realidade. O Ministério de Minas e Energia e a Empresa de Pesquisa Energética reconhecem que é preciso assegurar maior inserção das fontes renováveis de energia no parque gerador dos SISOLs. Os leilões de energias renováveis têm sido um mecanismo essencial para alcançar reduções nos preços de geração de energia das fontes renováveis de energia, principalmente por promover a competitividade entre desenvolvedores de projetos e fabricantes com experiência crescente. Além de promover reduções nos preços, os leilões de energias renováveis podem ser utilizados para atingir objetivos secundários, como garantir a participação de empresas menores e comunidades na diversificação da matriz energética do país, otimizar os benefícios socioeconômicos das fontes renováveis de energia, entre outras. Nesse sentido, foi realizada a análise do leilão de energia para os SISOLs realizado no ano de 2021, a luz da experiência internacional e da visão de informantes-chave, considerando diversos objetivos sob os aspectos de demanda, fase de pré-qualificação, fase de seleção de vencedores e obrigações contratuais. A referida análise possibilitou elaborar recomendações para leilões de energia renovável para os Sistemas Isolados.

Palavras-Chave: Leilões de energia. Sistemas Isolados. Fontes Renováveis de Energia.

Abstract

The generation of electrical energy within the scope of Isolated Electrical Systems (SISOL) is predominantly diesel oil and the energy auctions recently performed by the National Electric Energy Agency did not prove capable of changing this reality. The Ministry of Mines and Energy and the Energy Research Company recognize that it is necessary to ensure greater inclusion of renewable energy sources in the SISOLs generating park. Renewable energy auctions (REA) have been an essential mechanism to achieve reductions in energy generation prices from renewable energy sources, mainly by promoting competitiveness between project

developers and manufacturers with increasing experience. In addition to promoting price reductions, REA can be used to achieve secondary objectives, such as ensuring the participation of smaller companies and communities in the diversification of the country's energy matrix, optimizing the socioeconomic benefits of renewable energy sources, among others. In this sense, the analysis of the energy auction for SISOLs held in 2021 was carried out, in the light of international experience and the vision of key informants, considering various objectives in terms of demand, pre-qualification phase, selection of winners and contractual obligations. This analysis made it possible to prepare recommendations for renewable energy auctions for Isolated Systems.

Keywords: Energy Auctions. Isolated Systems. Renewable Energy Sources.

1. Introdução

A modalidade de leilão para comercialização de energia no Brasil foi estabelecida em 2004 pela Lei nº 10.848/2004 e regulamentada pelo Decreto nº 5.163/2004, sendo atualmente a principal forma de contratação de energia no país.

Os leilões de energias renováveis têm sido implementados em diversos países com êxito, dado que sua formatação é flexível, permitindo atingir diversos objetivos, sejam econômicos, tecnológicos, sociais e ambientais.

Em 2018, ao menos 48 países realizaram leilões. Em 2017, recordes de preços de projetos da tecnologia fotovoltaica foram alcançados em vários países, inclusive no Brasil (\$ 0,03/kWh) (USAID, 2019). Registre-se que no Brasil ainda não se realizou leilão especificamente para fontes renováveis de energia.

Diante dessas características, entende-se que os leilões de energias renováveis podem ser aplicados no contexto amazônico, particularmente no âmbito dos Sistemas Isolados dada a forte predominância do parque gerador a diesel que supri os mesmos. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta uma proposta de diretrizes para a realização de leilões de energias renováveis para os sistemas isolados da Amazônia, sendo o mesmo desenvolvido sob os auspícios da WWF-Brasil.

2. Materiais e métodos

O ponto de partida para o desenvolvimento do presente trabalho foi a pesquisa bibliográfica sobre o tema leilões de energia renováveis, dando ênfase a identificação das boas práticas. Nessa etapa foram identificadas práticas relevantes no México, Peru, Chile, Portugal e Alemanha; registradas por Bichler *et al.* (2020), Costa (2020), Del Rio (2017a, b, c), Fitch-Roy (2016), Hansen (2020), IRENA (2019) dentre outros.

A partir das informações obtidas foi estabelecido o procedimento para análise crítica do leilão para sistemas isolados realizados no ano de 2021.

Por fim, valendo-se das boas práticas identificadas na literatura e o resultado da análise do leilão de 2021, foram elaboradas as propostas para leilões de energias renováveis no âmbito dos sistemas elétricos isolados na Amazônia.

3. Identificação de Boas Práticas de Leilões de Energias Renováveis

De acordo com a CCEE (2021) os leilões de energia adotados no Brasil são os seguintes: leilão de reserva de capacidade; leilão de energia nova; leilão de energia existente; leilão de energia de reserva; leilão estruturante; leilão de ajuste; leilão de fontes alternativas e leilão do sistema isolado.

Considerando que o Brasil ainda não dispõe de experiência de realização de leilão de energias renováveis, buscou-se estudos acadêmicos e as práticas internacionais para definição dos elementos a serem adotados para a análise do leilão realizado para os sistemas isolados em 2021, além de nortear a proposta de leilões de energias renováveis para tais sistemas.

De um modo geral, de acordo com Costa (2020), a boa elaboração de um leilão de energia depende da clareza quanto aos objetivos da política energética nacional, que podem ser: i) expandir a diversidade da matriz elétrica; ii) reduzir a importação de combustíveis fósseis; iii) diminuir as emissões de poluentes; iv) diminuir o preço de compra de eletricidade; v) atender às projeções de demanda futura; vi) atrair agentes qualificados para gerar eletricidade eficientemente; vii) atrair investimentos privados; viii) dinamizar a comercialização de eletricidade; ix) prover desenvolvimento socioeconômico; e x) descentralizar a geração de eletricidade.

Conforme Costa (2020), um ou mais dos seguintes objetivos devem ser objeto de interesse de leilões de energias renováveis: eficiência em custo; garantia de atendimento da demanda futura; aumento da diversidade da matriz elétrica; atração de investidores altamente qualificados; incentivo à competição e, contribuições para o desenvolvimento socioeconômico.

Por sua vez o relatório *Renewable Energy Auctions – A Guide to Design* (2015), desenvolvido pela Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), em parceria com o Clean Energy Ministerial (CEM), apresenta os seguintes elementos-chaves a serem observados quando da elaboração de um leilão de energia:

- Demanda;
- Fase de Pré-Qualificação;
- Processo de Seleção dos Vencedores; e
- Obrigações Contratuais das Partes Interessadas.

4. Análise do Leilão para Sistemas Isolados 2021

O leilão para os SISOLs 2021 resultou nas seguintes contratações: 40% de fontes renováveis e 60% de fontes não renováveis de energia.

Nesta seção, será apresentada a análise do leilão dos Sistemas Isolados 2021, considerando diversos objetivos recomendados por Costa (2020), sob os aspectos de demanda, fase de pré-qualificação, fase de seleção de vencedores e obrigações contratuais.

4.1 Objetivo: Eficiência em custo

4.1.1 Aspectos relativos à demanda

Das características observadas no leilão com relação à demanda e a contribuição para a eficientização dos custos, observou-se que um ponto forte foi a divisão da demanda em lotes, já que essa feita possibilita a participação de um número maior de investidores, em comparação a um leilão com demanda única, por exemplo. O aumento no número de participantes leva a maior competição, impactando diretamente na diminuição do preço das ofertas.

Por outro lado, pelo fato de haver uma demanda que não pode ser adaptada de acordo com os lances, não há o máximo aproveitamento das ofertas recebidas. Além disso, a demanda revelada antes do leilão não induz a competição nesse aspecto, podendo esses fatores serem considerados como não favoráveis ao alcance do objetivo de eficientização dos custos.

4.1.2 Aspectos relativos à pré-qualificação

A exigência de muitos documentos na fase de pré-qualificação tende a aumentar as despesas dos candidatos, desestimulando a participação no certame. Tem-se, portanto, como um aspecto positivo a não obrigatoriedade de apresentação de licença ambiental nessa fase, implicando em redução dos custos afundados dos participantes.

Entretanto, o fato de a capacidade de escoamento da geração não ser critério de classificação, pode ser um fator contribuinte à elevação de custos com eventuais necessidades de reforços na rede de distribuição para fins de conexão da solução de suprimento.

4.1.3 Aspectos relativos à seleção de vencedores

O leilão de sistemas isolados 2021 foi dividido em fases em cada lote, sendo estas a fase de lance único e a fase de disputa de lances, que incentiva a competição, contribuindo para a apresentação de lances de menor preço.

4.1.4 Aspectos relativos às obrigações contratuais

Para as localidades sem previsão de interligação ao SIN, os contratos têm maior tempo de vigência que os contratos estabelecidos para outras localidades, o que se torna vantajoso para

os vendedores cuja solução de suprimento for contratada mediante esse acordo. Vale ressaltar que pelo fato da vigência de alguns contratos não serem de longos períodos, não se pontua nessa análise como aspecto negativo, visto que o atendimento será feito a sistemas isolados com previsão de interligação ao SIN, o que, a propósito, é esclarecido nos termos do acordo.

4.2 Objetivo: Garantia de atendimento à demanda futura

4.2.1 Aspectos relativos à demanda

Assim como no leilão de suprimento a Boa Vista e localidades conectadas, para o leilão de sistemas isolados 2021 a demanda a ser atendida também foi definida pela EPE em conjunto com as distribuidoras que atuam nas localidades a serem atendidas, através de estudos detalhados, o que confere maior confiabilidade ao processo.

4.2.2 Aspectos relativos à pré-qualificação

A requisição de documentos referentes à situação financeira do candidato minimiza riscos futuros relacionados as dificuldades financeiras do empreendedor. É fator contribuinte também a exigência de documentação detalhada do aspecto técnico do projeto, bem como outros documentos que comprovem a integridade do atendimento à demanda.

4.2.3 Aspectos relativos à seleção de vencedores

A exigência de lances que levem em conta as perdas do sistema de geração e o consumo próprio da solução de suprimento confere maior segurança no atendimento à demanda, visto que descontos posteriores poderiam influenciar na capacidade de fornecimento.

4.2.4 Aspectos relativos às obrigações contratuais

No leilão realizado há clareza nas cláusulas contratuais e transparência nos processos do certame, além do depósito de garantias de ambas as partes, e do fato de os contratos serem firmados por fonte.

4.3 Objetivo: Aumento da diversidade da matriz elétrica

4.3.1 Aspectos relativos à demanda

Como o atendimento ao mercado regulado é caracterizado por riscos menores aos investidores, a participação se torna atrativa possibilitando a atuação de mais fontes. Em contrapartida, a não determinação de fontes aumenta o risco de não haver diversificação de propostas, o que não se apresenta como um aspecto positivo para o alcance do objetivo.

4.3.2 Aspectos relativos à pré-qualificação

Conforme já mencionado, o detalhamento de documentos na fase de habilitação dos candidatos possibilita maior planejamento das ofertas a serem apresentadas pelos participantes e contribui para a participação de mais fontes no certame.

4.3.3 Aspectos relativos à seleção de vencedores

Outra contribuição para a diversificação da matriz elétrica foi a possibilidade de participação de projetos com uso misto de fontes e tecnologias.

4.3.4 Aspectos relativos às obrigações contratuais

Um fator característico do leilão dos sistemas isolados 2021 que pode aumentar a atratividade é o recebimento dos créditos de reembolso da Conta de Consumo de Combustível - CCC, previsto em contrato, além de apresentação de garantia pelo comprador.

4.4 Objetivo: Atração de investidores qualificados

4.4.1 Aspectos relativos à pré-qualificação

Um fator positivo notável quanto à atração de investidores qualificados, é a exigência de apresentação, por parte dos vencedores do certame, de experiência anterior de implantação de geração com, no mínimo, $\frac{1}{4}$ da capacidade instalada da solução de suprimento apresentada pelo vencedor.

4.4.2 Aspectos relativos às obrigações contratuais

Um fator positivo notável quanto à atração de investidores qualificados, é a exigência de apresentação, por parte dos vencedores do certame, de experiência anterior de implantação de geração com, no mínimo, $\frac{1}{4}$ da capacidade instalada da solução de suprimento apresentada pelo vencedor.

4.5 Objetivo: Incentivo à competição

4.5.1 Aspectos relativos à demanda

A divisão da demanda em lotes apresenta-se como boa estratégia para maior incentivo à competição, visto que mais proponentes podem concorrer a um único lote de seu interesse, aumentando o número de participantes por lote, e conseqüentemente, a quantidade de participantes no certame como um todo.

Além disso, a competição para atendimento do mercado regulado é maior, por apresentar menores riscos, segundo Costa (2020), o que também instiga a competição.

4.5.2 Aspectos relativos à seleção de vencedores

O leilão dos sistemas isolados 2021 apresentou sistemática simplificada e de fácil acesso pelos candidatos. Além disso, o leilão foi realizado exclusivamente online, inclusive a submissão de documentos para cadastramento, o que se apresenta como facilidade para a participação no certame.

Outra forte contribuição é a fase de disputa de lances, subsequente à etapa de lance único, que tende a levar os participantes a ofertarem lances menores, na intenção de vencer o certame.

4.5.3 Aspectos relativos às obrigações contratuais

Os contratos decorrentes do certame foram firmados por fonte, o que transmite maior segurança aos investidores, tendo em vista que cada fonte tem características particulares, o que influencia em vários fatores, um deles o tempo de construção da usina.

4.6 Objetivo: Contribuições para o desenvolvimento socioeconômico

4.6.1 Aspectos relativos à demanda

Uma influência direta no desenvolvimento socioeconômico é o fato de o leilão ter como objetivo o atendimento a sistemas ainda não conectados ao SIN, portanto regiões com maior instabilidade no fornecimento de energia elétrica.

4.6.2 Aspectos relativos à pré-qualificação

Outro aspecto importante nesse tema é a requisição do detalhamento dos insumos a serem utilizados pelas soluções de suprimento, o que influencia os candidatos a apresentarem soluções com menor impacto socioambiental.

4.6.3 Aspectos relativos à seleção de vencedores

Em contrapartida aos aspectos positivos, faz-se uma observação a um ponto não favorável dentro da análise deste item, que é a não obrigatoriedade de participação de fontes renováveis, o que não garante que no resultado final haverá soluções de suprimento que utilizem fontes renováveis de energia. Como reflexo, cerca de 60% da potência nominal das fontes de geração das soluções de suprimento vencedoras do certame são provenientes de fontes não renováveis (EPE, 2021).

4.6.4 Aspectos relativos às obrigações contratuais

Por outro lado, o leilão trouxe atrativos para maior participação de fontes renováveis no certame. O edital estabeleceu que, para as localidades sem previsão de interligação ao SIN, as propostas de soluções de suprimento provenientes exclusivamente de fontes renováveis teriam

contratos com maior vigência - 180 meses - que, conforme já mencionado, é vantajoso para o investidor.

Perante o que foi apresentado, pode-se fazer uma análise sintetizada do leilão dos sistemas isolados 2021, frente aos objetivos propostos a serem alcançados por leilões de energias renováveis. Dos seis objetivos, três foram completamente alcançados, e três foram alcançados de forma parcial pelo referido leilão, como descreve o Quadro 1.

Quadro 1. Objetivos atendidos total e parcialmente pelo leilão dos Sistemas Isolados 2021.

Objetivos totalmente alcançados	Objetivos parcialmente alcançados
<ul style="list-style-type: none"> - Garantia de atendimento à demanda futura - Atração de investidores qualificados - Incentivo à competição 	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência em custo. - Aumento da diversidade da matriz elétrica. - Contribuições para o desenvolvimento socioeconômico.

A eficiência em custo do leilão foi comprometida por não haver possibilidade de flexibilização da demanda no decorrer da disputa, o que, do contrário, teria contribuído para a maximização do aproveitamento das ofertas. Além disso, não houve exigência da apresentação da capacidade de escoamento da geração, o que pode representar um fator contribuinte à oneração de despesas caso haja necessidade de adequações na rede de distribuição a ser utilizada pela solução de suprimento.

O aumento da diversidade da matriz elétrica foi um objetivo alcançado de forma parcial pelo fato de não terem sido definidas as fontes para participação no leilão, o que poderia resultar em apresentação de propostas não diversificadas.

Por fim, as contribuições para o desenvolvimento econômico não foram totalmente atendidas considerando que a obrigatoriedade (não estabelecida no leilão) de participação de fontes renováveis contribui para uma matriz elétrica local com maior atuação dessas fontes, e conseqüentemente, contribuindo para a diminuição da dependência de combustíveis fósseis para geração de energia nas localidades atendidas.

5. Recomendações para Leilões de Energia Renovável para os SISOLs na Amazônia

No Quadro 2 consta uma síntese das recomendações para a elaboração de leilão de energia renovável para os Sistemas Isolados na Amazônia, por fase do certame.

Quadro 2. Questões a serem consideradas nos leilões de energia renovável para os sistemas isolados na Amazônia por fase.

FASE	QUESTÕES
Demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Definição prévia da demanda; • Considerar o planejamento da extensão do Sistema de Transmissão na definição da demanda. • Faixas de demandas exclusivas para promover o desenvolvimento de tecnologias específicas ou de players de menor escala. • Demandas baseadas nas previsões de venda das distribuidoras. • Leilão que contemple Certificados de Energia Limpa - CELs.
Pré-qualificação	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de política de conteúdo local. • Lista de documentos evitando demasiados custos afundados. • Requisitos que não impeçam a participação de pequenos atores e novos participantes. • Exigência que o licitante não tenha dívidas fiscais ou, pelo menos, que elas sejam ilimitadas. • Os documentos devem focar em comprovar se os projetos são viáveis. • Comprovante de garantia física da planta. • Exigência quanto à capacidade e à qualidade dos equipamentos a serem utilizados no projeto. • Deve ser exigido: provas de direito de uso da terra, planos de construção detalhados, medição de recursos renováveis. • Políticas de conteúdo local somadas a contrapartidas de ordem financeira, que beneficiem os geradores. • Oferecimento de contrapartidas financeiras, como descontos em impostos, em troca da aderência a políticas de conteúdo local. • Requisitos reduzidos para licitantes locais. • Comprovações de que pelo menos uma porcentagem das ações da empresa do desenvolvedor do projeto deve ser detida por brasileiro. • Compromisso de investir parte da receita em contribuições socioeconômicas.
Seleção dos vencedores	<ul style="list-style-type: none"> • Leilão neutro. • Processo interativo e rodadas contínuas. • Adoção de mecanismos matemáticos que visam comparar as ofertas de energia, disponibilidade e certificados de energia em um processo de seleção unificado. • Oferta de vantagem competitiva para empreendimentos com menores cronogramas de construção. • Considerar ofertas com as perdas e consumo interno descontados. • Bonificações por zonas de preço direcionadas a fontes específicas. • Metodologia de fácil compreensão. • Publicação da memória de cálculo e das ofertas recebidas. • Adoção de uma margem de preço para aceitar ofertas iniciais. • Avaliação multicritério no leilão substituindo a comparação por preço.
	<ul style="list-style-type: none"> • Foco no atendimento do mercado regulado, com possibilidade de comercializar energia no mercado de curto prazo. • Indexação a moedas internacionais. • Longos períodos de contrato. • Assinatura do contrato assim que o resultado do leilão for anunciado.

Obrigações contratuais	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação de qual agente será responsável pela interconexão da planta com o sistema. • Penalidades diferenciadas por fonte e por atrasos na construção. • Garantias de manutenção da proposta. • Garantias de oferta. • Aplicar disposições específicas para penalizar os desenvolvedores de projetos por baixo desempenho e recompensá-los por desempenho excessivo. • Subsídios e taxas especiais para determinadas fontes. • Contratação por disponibilidade e por CELs. • Garantias e seguros que cubram compradores, clientes regulados e danos a terceiros. • Garantias para os geradores.
-------------------------------	---

Considerando o volume de informações produzidas, não foi possível descrevê-las na íntegra neste trabalho, entretanto, estas podem ser acessadas no link <https://drive.google.com/file/d/1Ua3-AMKgmIJ8QUcjM8Dk4on0Oe8S0oz6/view>.

6. Considerações finais

O trabalho demonstrou que a sistemática de leilão de energia renovável pode ser perfeitamente aplicada para expansão da geração no âmbito dos sistemas isolados. No entanto, é preciso assegurar mecanismos que transcendam o menor preço da energia e a segurança do suprimento. Ganhos adicionais podem ser auferidos de sorte a que o setor elétrico contribua efetivamente para o desenvolvimento regional. Vale ressaltar que leilões de energia também poderiam ser realizados no âmbito do Programa Mais Luz para a Amazônia e outros para suprimento elétrico de comunidades isoladas, levando a redução de custos além de dar celeridade ao processo de universalização do serviço de energia elétrica na Amazônia brasileira.

7. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resultados do leilão - Resumo Vendedor: Leilão dos Sistemas Isolados, 2021**. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_geracao/documentos/LSI-2021_Resultado_leilao_3-2021.pdf. Acesso em: 22 maio 2021.

BICHLER, M., GRIMM, V., KRETSCHMER, S., & SUTTERER, P. (2020). Market design for renewable energy auctions: An analysis of alternative auction formats. *Energy Economics*, 92, 104904. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104904>.

BRASIL. **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de**

1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2004.

BRASIL. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. Tipos de leilões. 2020. Disponível em: <https://view.genial.ly/615f3ba6b5d3aa0dcb01e67e>. Acesso em: 06 ago. 2023.

Costa, Luana C.A. **Análise Comparativa dos Leilões de Energias Renováveis na América Latina: Argentina, Brasil, Chile e México**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 2020.

Del Río, P. (2017a). **Auctions for Renewable Energy in Chile: Instruments and lessons learnt**. Aures - Report D4.1-CL, July, 1–25. http://www.aresproject.eu/files/media/documents/country-report_germany2.pdf

Del Río, P. (2017b). **Auctions for Renewable Energy Support in Peru: Instruments and Lessons Learnt**. Aures - Report D4.4-PE, July, 1–23.

Del Río, P. (2017c). **Auctions for Renewable Support in Mexico: Instruments and lessons learnt**. Aures - Report D4.1-MX, July, 1–25. http://www.aresproject.eu/files/media/documents/country-report_germany2.pdf.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **EPE conclui cadastramento para o Leilão dos Sistemas Isolados/2021 (Informe)**. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-508/Release%20Cadastramento%20SI%202021_v1.pdf. Acesso em: 28 abr. 2021.

Fitch-Roy, O. (2016). **Auctions for Renewable Energy Support in Portugal: Instruments and Lessons Learnt**. March, 1–15.

Hunsen, U. E., Nygaard, I., Morris, M., & Robbins, G. (2020). The effects of local content requirements in auction schemes for renewables energy in developing countries: A literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 127 (February), 109843. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109843>.

IRENA. (2019). **Renewable Energy Auctions: Status and Trends**. Beyond Price. 32.



ENERGIA NA REGIÃO AMAZÔNICA: PERSPECTIVAS PARA O PROCESSO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

ENERGY IN THE AMAZON REGION: PERSPECTIVES FOR THE ENERGY TRANSITION PROCESS

Ana Carolina Chaves^{1*}, Julia Mercedes Strauch², Sérgio Leal Braga³; Bruno Elizeu⁴

¹Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel/UFRJ), Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

anacatolico@gmail.com

²Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói/RJ, Brasil.

³Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio), Departamento de Engenharia Mecânica, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

³UNIRIO, Escola de Ciência Política, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

Resumo

No Brasil e no mundo, o setor energético vem passando por um processo de transformação da matriz energética, em um movimento que busca avançar a descarbonização e inserção de tecnologias renováveis e limpas nos territórios. Apesar de seu reconhecido posicionamento como potência energética e ambiental, em 2019, cerca de 141 mil domicílios brasileiros ainda não possuíam acesso à energia elétrica. Dentre os excluídos energéticos, a Região Amazônica concentra o maior contingente populacional sem acesso à energia elétrica, sendo o Acre, Rondônia e Pará, os estados com maior parcela da população sem atendimento. A Região Amazônica apresenta um sistema de atendimento próprio, denominado Sistema Isolado, no qual a demanda é suprida, majoritariamente, por energia fóssil, marcada por altos índices de perdas e interrupções. Percebe-se, assim, que a transição energética no Brasil vem se materializando de forma díspar e desigual entre as diferentes regiões brasileiras e recortes da sociedade. Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo caracterizar o acesso à energia e o processo de transição energética na Região Amazônica. Para tal, o estudo propõe uma análise documental sobre a temática e análise quantitativa sobre o acesso à energia elétrica. Os resultados apontam que, em linhas gerais, ainda são incipientes as tendências de transição energética e descarbonização na Região Amazônica que respeitem as particularidades dos grupos sociais existentes, o potencial de inserção de tecnologias renováveis e limpas e a adequada dinamização e distribuição dos benefícios gerados.

Palavras-Chave: Transição Energética Justa. Região Amazônica. Políticas Públicas.

Abstract

In Brazil and around the world, the energy sector has been going through a process of transforming the energy matrix, in a movement that seeks to advance decarbonization and the insertion of renewable and clean technologies in territories. Despite its recognized positioning as an energy and environmental powerhouse, in 2019, around 141 thousand Brazilian

households still did not have access to electricity. Among the energy excluded, the Amazon Region has the largest population without access to electricity, with Acre, Rondônia and Pará being the states with the largest portion of the population without access to electricity. The Amazon region has its own service system, called Isolated System, in which demand is mainly supplied by fossil energy, marked by high rates of losses and interruptions. It can be seen, therefore, that the energy transition in Brazil has been materializing in a disparate and unequal way between different Brazilian regions and sections of society. Given this context, this article aims to characterize access to energy and the energy transition process in the Amazon Region. To this end, the study proposes a documentary analysis on the topic and quantitative analysis on the rate of access to electricity. The results indicate that, in general terms, energy transition and decarbonization trends in the Amazon Region are still incipient and respect the particularities of existing social groups, the potential for insertion of renewable and clean technologies and the adequate dynamization and distribution of the benefits generated.

Keywords: Just Energy Transition. Amazon Region. Public Policies.

1. Introdução

Nos últimos anos, observa-se um intenso processo de transformação dos sistemas de energia a nível mundial, em busca de se tornarem cada vez mais limpos e renováveis. Diferente da maioria dos países, o Brasil apresenta uma matriz energética e elétrica, essencialmente, renovável. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2022, a oferta total de energia elétrica no Brasil foi de aproximadamente 690,1 TWh, onde 80,4% foi oriunda de fontes renováveis.

A Região Amazônica apresenta um papel fundamental na oferta de eletricidade, sendo responsável pela produção da maior parte da energia elétrica consumida em território nacional. Em 2022, 19,6% da geração de energia elétrica nacional foi advinda da Região Amazônica (EPE, 2023). Grande parcela desta geração advém dos recursos hídricos da região, que concentra mais de 34% da capacidade hidrelétrica instalada no país. Ainda assim, seu potencial hidrelétrico permanece pouco explorado, caracterizando-se como uma fronteira de expansão do setor elétrico e região estratégica para a política energética.

No que trata à transmissão da energia, a maior parte da região encontra-se desconectada do Sistema Interligado Nacional (SIN), possuindo uma rede de conexão diferenciada, intitulada Sistema Isolado (SISOL). Nestes sistemas, a demanda de energia elétrica é suprida, majoritariamente, por energia fóssil, marcada por altos índices de perdas e interrupções. Desta forma, apesar de seu reconhecido posicionamento como potência energética e ambiental, o principal sistema da região utiliza tecnologias que emitem percentual significativo de GEE.

Ademais, a Região Amazônica concentra a maior parte da população brasileira sem acesso à energia elétrica. De acordo com as estimativas realizadas pelo Iema (2021), em 2018, cerca de um milhão de pessoas ainda não possuíam acesso à energia elétrica na Região

Amazônica. Ao analisar os dados de acesso por renda, gênero e raça, verifica-se que as famílias e os grupos sociais mais vulneráveis são os mais prejudicados. Percebe-se, assim, que a transição energética no Brasil vem se materializando de forma díspar e desigual entre as diferentes regiões brasileiras e recortes da sociedade.

Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo caracterizar o acesso à energia e seus desdobramentos para o processo de transição energética na Região Amazônica, retratando as complexidades e contradições sociais dos sistemas de energia locais. Para tal, o estudo propõe uma análise documental a partir da temática da transição energética, além de uma análise dos sistemas de energia da região, a partir de indicadores de acesso à energia elétrica.

2. Materiais e métodos

A base tabular desenvolvida para este trabalho foi fortemente condicionada à oferta e disponibilidade de estatísticas existentes em nível municipal e, quando possível, a nível de setor censitário. As fontes de dados utilizadas foram o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A base cartográfica vetorial referente à malha municipal foi adquirida no IBGE, sendo considerados todos os municípios que estão dentro da Amazônia Legal ou são cortados por ela. Para a sistematização dos dados em um banco de dados geográficos, realização de operações de análises espaciais e elaboração de mapas foi utilizado o ambiente do sistema de informações geográficas Arcgis versão 10.2, sob licença da ENCE, e para a análise exploratória dos dados foi utilizado o Microsoft Excel 2007.

3. Transição energética justa e justiça energética

A transição energética pode ser denominada como um movimento em busca de redução do uso de recursos energéticos de base fóssil responsáveis por grandes emissões de GEE nos sistemas energéticos mundiais. Embora essa visão de transformação surja baseada, primordialmente, na possibilidade de substituição dos combustíveis fósseis por fontes de energia limpa e de baixa emissão de carbono, o alcance dos objetivos e metas da transição energética exige uma profunda mudança de atuação e lógica do modelo energético atual, assumindo uma reestruturação nas instituições sociais, políticas e econômicas.

O acesso à energia elétrica configura um direito constitucional, haja vista que promove a oportunidade de aumento da qualidade e condições de vida, assim como de sua inserção social,

através da possibilidade de geração de renda pelas atividades produtivas associadas à geração de energia, garantindo inclusive a permanência das famílias nestes territórios e suas formas de vida originais. No setor energético brasileiro, verifica-se que a disponibilidade de infraestruturas de acesso, a qualidade de fornecimento, as tarifas da energia elétrica e os impactos ambientais de projetos do setor, surgem de forma desigual para a população. De acordo com Mello, Malerba e Tupinambá (2024), os grupos sociais mais discriminados, precarizados e vulneráveis socialmente são aqueles que vivenciam primeiro e mais intensamente os efeitos da degradação ambiental, haja vista as limitações de poder econômico, mobilidade e expressão política. Na Região Amazônica, os grupos sociais vulneráveis, representados pelas comunidades indígenas e populações tradicionais, presenciam os impactos do “desenvolvimento” no território, refletido pelo avanço da fronteira mineral, energética e agropecuária.

Essa dinâmica de atuação no território pode ser explicada através de conceitos como justiça energética e pobreza energética. De acordo com a IEA (2002), a pobreza energética trata da falta de acesso a combustíveis limpos e comerciais, a equipamentos eficientes e à eletricidade, além da alta dependência da biomassa tradicional. Tendo em vista que a pobreza energética se revela de maneira desproporcional no território, afetando os grupos mais vulneráveis socioeconomicamente, denomina-se justiça energética a assimetria da degradação e distribuição dos benefícios e da qualidade da exploração dos recursos energéticos, que abrangem a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Os conceitos mencionados possuem um alto grau de complexidade, atravessando uma série de áreas temáticas e múltiplas realidades. Desta forma, além da dificuldade de delimitação conceitual e da ausência de uma definição legal, a quantificação e construção de métricas comparativas também se revelam desafiadoras, principalmente devido à necessidade de criação e aperfeiçoamento de banco de dados. Para esta pesquisa, será dada ênfase aos indicadores associados ao acesso físico de energia elétrica e à compreensão da caracterização socioeconômica, haja vista que na Região Amazônica, verifica-se a necessidade de ampliar a infraestrutura de acesso à energia elétrica e de implementar soluções que reduzam o risco de déficit, de maneira socialmente justa e sustentável.

4. O acesso à energia elétrica na Região Amazônica

Na região Amazônica, a população pode ser dividida em quatro grandes grupos quanto ao acesso à energia elétrica: (i) localidades conectadas ao SIN, onde a maior parte da geração

de eletricidade advém de recursos hidrelétricos e a energia é gerada por produtores independentes de energia (PIE) através de leilões ou pela própria distribuidora local; (ii) localidades conectadas ao SISOL, onde a energia é fornecida por meio das distribuidoras através de usinas locais, em sua maioria movidas a óleo diesel; (iii) comunidades isoladas, onde os consumidores adquirem diesel para abastecer geradores térmicos ou que são beneficiários de programas de eletrificação públicos e privados; e (iv) população sem acesso à energia elétrica.

A Região Amazônica concentra uma população vulnerável ao acesso de energia elétrica, abrangendo uma parcela significativa da população sem eletricidade. Segundo o estudo divulgado pelo Iema (2021), em termos absolutos, o Pará concentra o maior número de habitantes sem acesso, registrando aproximadamente 410 mil habitantes sem energia elétrica, seguido do Amazonas com cerca de 160 mil habitantes. Dentre os dez municípios da Região Amazônica com maior população absoluta sem acesso à eletricidade, sete localizam-se no estado do Pará, sendo o município de Breves o que registra o maior quantitativo. Ao analisar os resultados por recorte territorial, os dados do Iema (2021) apontaram que, em 2018, 22,1% da população residente em unidades de conservação não possuía acesso à energia elétrica, em terras indígenas esse valor era de 19,1%, em assentamentos rurais 9,8% e em territórios quilombolas 4,4%.

Ao se observar as conexões do SIN e suas capilaridades, nota-se que as interligações alcançam apenas as capitais e as grandes cidades, enquanto o SISOL atende a Amazônia Legal e a ilha de Fernando de Noronha, em Pernambuco. Existem ainda comunidades remotas que não são atendidas pelos sistemas mencionados, ficando muitas vezes excluídas do acesso à energia elétrica. Um olhar atento à espacialidade da distribuição destas redes, percebe os padrões de localização do atendimento e oferta dos serviços, no qual a concentração de redes do SIN surge na região litorânea e entorno das grandes capitais, enquanto o SISOL localiza-se margeando as principais rodovias e rios da Região Norte (Figura 1). Padrão que reflete diretamente a historicidade da ocupação e vocação da região como exportadora de recursos energéticos para os grandes mercados consumidores do país.

A população que possui acesso à eletricidade na Região Amazônica ainda assim é considerada vulnerável quanto à qualidade do fornecimento de energia, quando comparada às demais localidades conectadas ao SIN. De acordo com Ribeiro (2023), o índice de perdas no SISOL é bastante elevado, superando 30% em alguns casos, como o do Amapá que já registrou perdas superiores a 45%. Por fim, a situação financeira das distribuidoras soma-se como fator agravante na qualidade de fornecimento e manutenção da infraestrutura das redes.

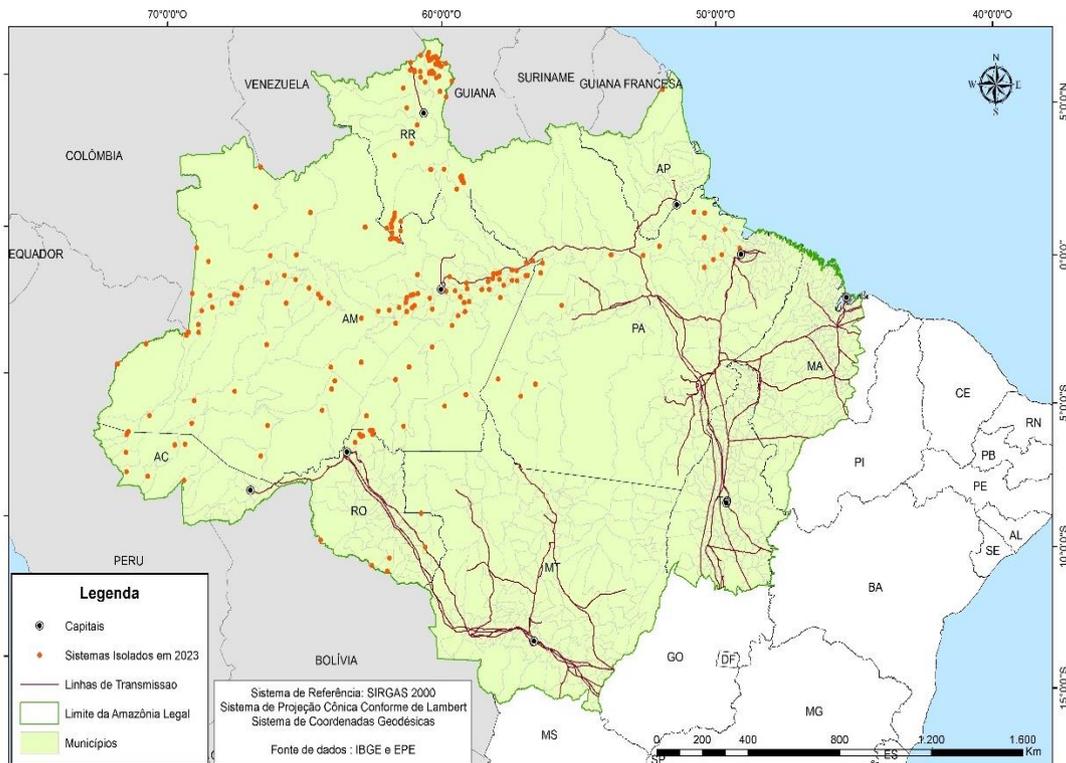


Figura 1. Mapeamento dos Sistemas Isolados, Ciclo 2023.

Fonte: Autores a partir de dados da EPE (2023).

5. Resultados

5.1. Caracterização socioeconômica

Na Região Amazônica, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHm) pode ser categorizado como médio (0,600-0,699), assim como sua dimensão renda. Para a dimensão educação, este é avaliado como baixo (0,500-0,599), enquanto para a dimensão longevidade alto (0,700-0,799). A maioria dos indicadores socioeconômicos apresentados são inferiores à média nacional, caracterizando a região como de alta vulnerabilidade social e econômica e demonstrando condições e qualidade de vida insatisfatórias para o bem-estar social. A grande amplitude verificada entre os valores mínimo e máximo de cada um dos indicadores denuncia a elevada heterogeneidade da região, onde municípios com baixíssimas condições de urbanidade social convivem com locais de amplo acesso à oferta de serviços públicos e investimentos de infraestrutura básica. Ainda se encontram na região, municípios nos quais o acesso à energia elétrica atinge menos de 30% da população e a renda domiciliar *per capita* é inferior a 100 reais.

Tabela 1. Indicadores Socioeconômicos da Amazônia Legal, 2010.

Indicador ¹	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente de variação	Brasil
IVS	0,19	0,78	0,47	0,48	0,14	0,29	0,33
IVSInfra	0,00	1,00	0,40	0,40	0,23	0,57	0,30
IVSCapHum	0,25	0,82	0,53	0,53	0,12	0,22	0,36
IVSR	0,16	0,83	0,49	0,49	0,12	0,24	0,32
PsAgEsg	0,14	85,36	23,59	19,77	17,90	0,76	6,12
PsLixo	0,00	99,94	16,52	8,82	19,14	1,16	2,98
Idhm	0,49	0,79	0,61	0,61	0,06	0,11	0,73
IdhmLong	0,68	0,86	0,78	0,78	0,04	0,05	0,52
IdhmEdu	0,21	0,75	0,50	0,51	0,09	0,17	0,64
IdhmR	0,40	0,80	0,60	0,59	0,08	0,13	0,74
Rcap	96,25	1162,4	355,65	310,91	176,03	0,49	793,87
PEnEI	27,41	100,00	91,39	95,37	9,76	0,11	98,58

Fonte: autores (2024).

Diante da análise descritiva dos indicadores de renda, características de residência e educação da área de estudo, fica evidente a fragilidade socioeconômica da região. Desta forma, a região mostra-se vulnerável aos desdobramentos e impactos da implantação de grandes projetos de infraestrutura do setor elétrico, pois mesmo pequenas alterações podem impactar na dinâmica demográfica e espacial do território.

No que diz respeito ao acesso à energia elétrica, foram analisados dois indicadores: porcentagem de domicílios particulares permanentes com energia elétrica a partir dos dados do Censo Demográfico 2010 (Figura 2); e porcentagem das famílias inscritas no CadÚnico residindo em domicílios com serviço de iluminação elétrica adequada do Componente Moradia da Dimensão Necessidades Humanas do Índice de Progresso Social (IPS), no ano de 2021 (Figura 3).

Apesar de não serem diretamente comparáveis, o indicador calculado pelo IPS fornece uma dimensão da evolução do acesso à energia elétrica, ao longo da década de 2010. Nota-se ainda a presença de inúmeras áreas identificadas como de baixíssimo acesso à eletricidade e alta vulnerabilidade. Em, 2021, o Amazonas e Pará permanecem concentrando o maior contingente populacional sem eletricidade, com diversos locais registrando uma porcentagem inferior a 30% dos domicílios com iluminação. Ao compararmos os indicadores de acesso físico

¹ Idhm= índice de desenvolvimento humano municipal; IdhmR = IDHM Renda; IdhmLong= = IDHM longevidade; IdhmEdu= = IDHM educação; Ivs = índice de vulnerabilidade social; Ivs Caphum= IVS capital humano; IvsR= IVS Renda; IvsInfra= IVS infraestrutura; PsAgEsg= % da população em domicílios com água e esgoto inadequados; Pslixo= % da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo; PEnEI= % da população em domicílios com acesso à energia elétrica e RCap= renda *per capita*

à eletricidade com o IDHm, observa-se que as áreas com menor IDHm, via de regra, localizam-se em regiões com baixas taxas de atendimento de energia elétrica. Percebe-se também a diferença dos indicadores em áreas urbanas e rurais, ressaltando a necessidade de modelos de desenvolvimento que consideram a escala local.

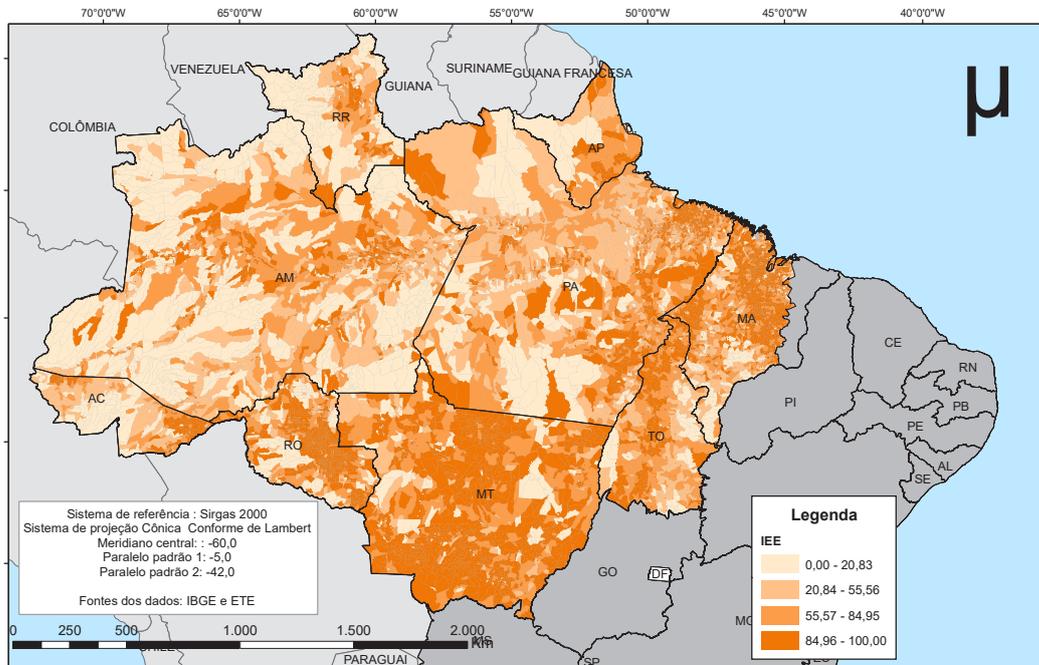


Figura 2. Domicílios particulares permanentes com energia elétrica, 2010.

Fonte: Autores a partir de dados do Censo 2010 (2024).

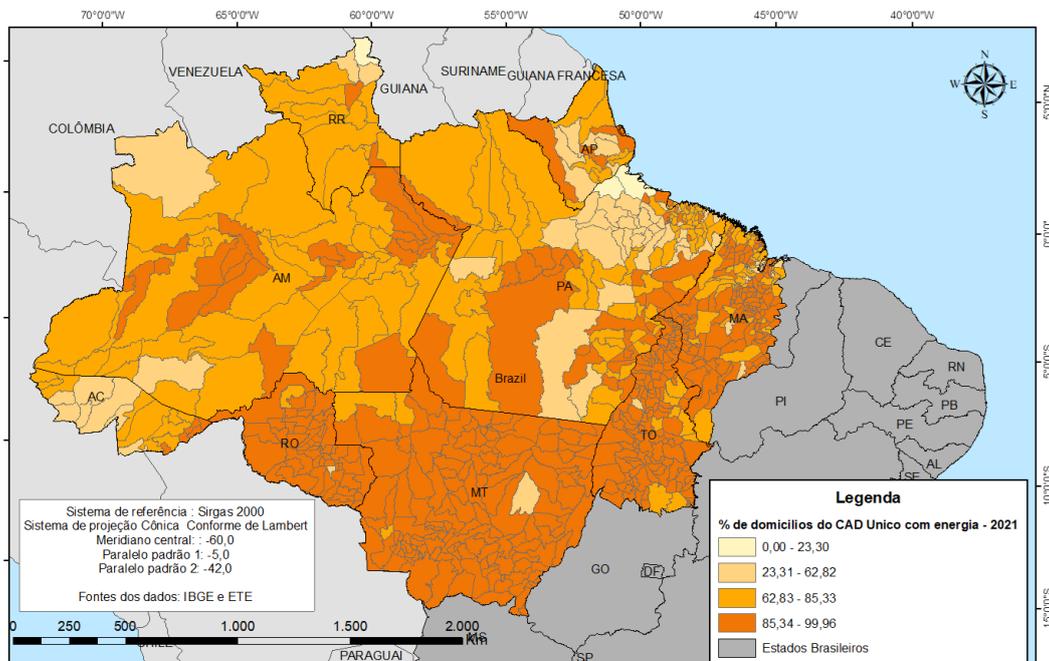


Figura 3. Porcentagem de domicílios com iluminação elétrica adequada, 2021.

Fonte: Autores a partir de dados de Santos *et al.* (2023).

5.2. Matriz Elétrica da Região Amazônica: os Sistemas Isolados

A maior parte da oferta de energia elétrica da Região Amazônica advém dos recursos hídricos das abundantes Bacias Hidrográficas do Amazonas e Tocantins Araguaia. Seguem esta tendência os estados do Tocantins, Rondônia, Amapá e Pará, onde a participação da geração hidráulica na matriz estadual é superior a 95%. Nos demais estados, Acre, Amazonas e Roraima, a geração termelétrica se faz predominante (EPE, 2022). A Tabela 2 apresenta a oferta de energia elétrica por fonte de energia para os estados da Região Amazônica no ano de 2021.

Tabela 2. Geração de eletricidade por fonte, nos estados da Região Amazônica, em 2021.

Estado/Região	Hidro	Eólica	Solar	Nuclear	Termo	Bagaço de cana	Lenha
Rondônia	97,78%	0,00%	0,55%	0,00%	1,67%	0,00%	0,02%
Acre	0,00%	0,00%	13,91%	0,00%	86,09%	0,00%	0,99%
Amazonas	15,43%	0,00%	0,81%	0,00%	83,75%	0,15%	0,56%
Roraima	2,63%	0,00%	2,12%	0,00%	95,32%	0,00%	12,58%
Pará	98,01%	0,00%	0,56%	0,00%	1,43%	0,05%	0,04%
Amapá	98,77%	0,00%	0,70%	0,00%	0,50%	0,00%	0,00%
Tocantins	95,69%	0,00%	2,15%	0,00%	2,14%	2,14%	0,00%
Maranhão	24,47%	14,02%	3,57%	0,00%	58,03%	0,12%	0,00%
Mato Grosso	87,00%	0,00%	4,03%	0,00%	8,07%	2,02%	1,03%
Norte	90,85%	0,00%	0,75%	0,00%	8,35%	0,20%	0,19%
Brasil	63,06%	12,05%	4,45%	2,15%	18,26%	4,76%	0,33%
Norte/Brasil	29,16%	0,00%	3,40%	0,00%	9,26%	0,87%	11,79%

Fonte: Autores a partir de dados da EPE (2022).

Apesar da expressiva oferta de energia hidrelétrica, a maior parte da geração provém de grandes projetos de infraestrutura como Belo Monte, Lajeado, Estreito, Tucuruí, Balbina e Samuel. Estes projetos apresentam como principal motivação a integração da geração ao SIN, a fim de garantir a complementariedade sazonal do sistema e o suprimento dos grandes mercados consumidores, ou seja, a população local não usufrui dos benefícios de geração de empreendimentos localizados em seus próprios territórios. Ao analisar os dados de capacidade instalada, energia gerada e consumida, nota-se que, com exceção do Acre, os estados da Amazônia Legal apresentam valores de geração muito superiores aos de consumo, em especial Rondônia, Tocantins e Pará.

No tocante à geração de fontes renováveis alternativas, esta ainda é pouco significativa, com destaque para a geração solar fotovoltaica que vem se estabelecendo como uma fonte promissora para o atendimento do SISOL e comunidades isoladas. O recurso solar é abundante na região, contando com uma irradiação global horizontal diária anual de aproximadamente 4,6 kWh/m²/dia. Já a energia eólica, com exceção de Roraima, possui baixa velocidade média anual

de ventos (inferior a 4 m/s), além do desafio logístico de implementação de aerogeradores de grande porte. A biomassa, por sua vez, apresenta dificuldades para se viabilizar economicamente em larga escala na região (EPE, 2022). Desta forma, até o momento, as soluções alternativas ao diesel, usualmente, correspondem ao gás natural e seu transporte de forma liquefeita (GNL). Ressalta-se que embora a contratação da energia no SISOL seja realizada através de leilões de energia elétrica, existe uma baixa oferta de projetos com soluções alternativas ao diesel.

Na Região Amazônica, enquanto as regiões do SISOL são atendidas pelas distribuidoras, os atendimentos das comunidades são realizados por sistemas independentes com geração descentralizada, via de regra: (i) SIGFIs: geração descentralizada através de sistemas individuais de geração de energia elétrica para uma única unidade consumidora; e (ii) MIGDIs: microsistemas isolados de geração e distribuição de energia elétrica, com potência instalada de até 100KW e atendendo a mais de uma unidade consumidora (Resolução Normativa da ANEEL nº493/2012). Embora a maturidade tecnológica da solução de microrredes já tenha sido provada em diversas localidades, são pouquíssimos os casos formais de atendimento através das soluções citadas (IEMA, 2021).

Dentre os nove estados que compõem a Amazônia Legal, todos os estados pertencentes a Região Norte integram o SISOL. De acordo com os dados da EPE (2022b), apesar de ocupar aproximadamente 40% do território nacional, o SISOL atende apenas três milhões de habitantes, ou seja, 1,4% da população brasileira, com uma energia de baixa qualidade e marcada por altos índices de perdas e interrupções. Formado por 212 localidades, o SISOL é atendido por oito distribuidoras, com uma carga média de 475 MW e uma demanda que representa 0,6% do consumo de energia elétrica nacional. A Tabela 3 possui um resumo dos dados de cada distribuidora do SISOL localizados na Região da Amazônia Legal.

Tabela 3. Distribuidoras e sistemas isolados por unidade federativa, em 2023.

Estado	Distribuidora	Nº de SIs	População Atendida	Perdas Totais
Acre	Energisa Acre	7	214.500	14,22%
Amapá	Equatorial Amapá	1	27.500	33,13%
Amazonas	Amazonas Energia	97	1.775.000	33,70%
Pará	Equatorial Pará	18	394.200	21,64%
	Vibra Energia	2	-	10,0%
Rondônia	Energisa Rondônia	13	11.000	33,58%
Roraima	Roraima Energia	73	636.700	24,96%
Total	7	211	3.036.900	171,23%

Fonte: Autores a partir de dados da EPE (2022).

Em 2022, mais de 55% da energia consumida destinava-se ao setor residencial, abastecendo desde pequenas comunidades com 15 habitantes até cidades maiores, como Boa Vista com 436.000 habitantes (EPE, 2023). Segundo as projeções de expansão do sistema divulgadas pela EPE (2023), há previsão de interligação de 40 localidades isoladas ao SIN, até 2028. Em 2023, 69% da oferta de geração do SISOL foi advinda do óleo diesel, 21,7% do gás natural, 8% de biomassa, 1,1% de pequenas centrais hidrelétricas e 0,2% de fotovoltaicas. A Tabela 4 apresenta uma sistematização das características gerais dos sistemas isolados da Região Amazônica, com destaque para a identificação de alguns projetos relevantes no contexto de descarbonização dos sistemas.

Tabela 4. Caracterização do sistema elétrico dos estados pertencentes ao SISOL

Estado	Caracterização da matriz	Projetos relevantes
Acre	matriz majoritariamente térmica com mercado consumidor predominantemente residencial;	- Previsão de interligação de grandes localidades consumidoras (Cruzeiro do Sul, Feijó e Tarauacá), até 2025;
Amapá	matriz elétrica majoritariamente hidrelétrica, com quatro UHE (Coaracy Nunes, Cachoeira Caldeirão, Ferreiras Gomes) em operação	- 1 usina fotovoltaica em Oiapoque com potência de MW (em operação); - UHE Cachoeira Caldeirão, UHE Santo Antônio do Jari, UHE Coaracy Nunes
Amazonas	maior número de SI e população atendida pelo SISOL (termos absolutos); matriz elétrica majoritariamente térmica, geração de renováveis pouco significativa, com destaque para biomassa. Potencial de produção de hidrocarbonetos. Mercado consumidor concentrado em Manaus e atendimento marcado por altos índice de perdas;	- 1 UTE a biomassa 6MW, em Itacoatiara, com previsão de interligação em 2022 (em operação) - 12 miniusinas fotovoltaicas em Aulazes, Barcelos, Beruri, Eirunepé, Maués e Novo Airão (em operação) - 5 UTE a gás natural, ao longo do gasoduto Coari-Manaus, totalizando 53MW (em operação) - UHE Balbina
Pará	matriz elétrica majoritariamente hidrelétrica com relevantes projetos hidrelétricos a nível nacional, direcionados para abastecimento de outros mercados	- 1 UTE a gás 120MW, em Boa Vista (em operação) - 7 usinas a biomassa e biodiesel, contratadas em 2019 com previsão de entrada até 2023; - 10 usinas a biodiesel, contratadas em 2021 com previsão de entrada até 2024 - UHE de Tucuruí e Belo Monte
Rondônia	matriz elétrica majoritariamente hidrelétrica, com grandes projetos de UHE direcionados para abastecimento de outros mercados. Mercado consumidor predominantemente residencial	- 2 usinas a biodiesel, em Izidolândia e Urucumacua. - 2 usinas a biodiesel com previsão de instalação - UHE Jirau e Santo Antônio
Roraima	matriz majoritariamente térmica, com reservas significativas de gás natural. Segundo estado com maior número de SI e sistema não conectado ao SIN.	- 1 PCH de 10 MW, em Alto do Jatapú (em operação) - Previsão de linha de transmissão Manaus- Boa Vista; - UTE de Jaguaririca II a gás natural - UHE Bem Querer

Fonte: autores (2024).

6. Perspectivas para a transição energética

Em uma caracterização inicial, nota-se que a Região Amazônica concentra uma série de desafios para viabilizar a geração de energia elétrica, segundo aspectos técnicos, econômicos e socioambientais. O SISOL possui uma dispendiosa e complexa logística de transporte, em função da distribuição geográfica da população e das longas distâncias a serem percorridas pelas linhas de transmissão em uma região marcada por áreas de preservação. A baixa densidade de carga e densidade demográfica configura mercados de demanda reduzida, mas com tendência de crescimento, limitando a viabilidade econômica das linhas de transmissão e das subestações para conexão ao SIN e exigindo soluções robustas e tolerantes a falhas de fornecimento de energia elétrica. Além disso, a energia que supre a demanda do SISOL é de alto custo, pois envolve o consumo de fontes de elevado custo nivelado de energia, em sua maioria usinas térmicas a óleo diesel e despesas significativas de operação e manutenção.

Em linhas gerais, os resultados apresentados apontam que ainda são incipientes as tendências de transição energética e descarbonização na Região Amazônica que respeitem as particularidades dos grupos sociais existentes, o potencial de inserção de tecnologias renováveis e limpas e a adequada dinamização e distribuição dos benefícios gerados. Apesar da matriz elétrica da região apresentar significativa participação de energia renovável, em função da presença de hidrelétricas, os benefícios da energia gerada não são distribuídos com a população e não agregam de forma significativa ao desenvolvimento regional. Por outro lado, cada vez mais, o setor de hidrocarbonetos através do uso do gás natural vem sendo apontado como uma opção mais viável economicamente para a região.

Neste contexto, a baixa representatividade nacional dos sistemas de energia da Região Norte e os desafios logísticos e econômicos apontados são percebidos como justificativa para a desqualificação e ausência de ações estruturantes de abastecimento de energia elétrica. A política regional emerge de forma pontual, centrada em situações emergenciais e programas de universalização do acesso, ainda desconectadas das demandas da população, em especial as mais vulneráveis. Desta forma, o setor privado surge como elemento relevante para a inserção de energia renovável, mas ainda com uma atuação desorganizada e, muitas vezes, sem um compromisso oficial com as partes interessadas e esferas do poder público (SOUZA, 2018).

Como discutido por Broggio *et al.* (2014), no caso da Região Amazônica, a dinâmica de ocupação e gestão do território de forma descentralizada e atomizada se desdobrou em uma inserção produtiva e num modelo de exploração de recursos energéticos desconectados da perspectiva local e regional. No entanto, observa-se que, gradativamente, a região está deixando

de ser um sistema isolado, sendo de extrema importância que esse movimento ocorra pautado em uma política energética inclusiva e estrutura de governança que internalize o nível local e as diversidades de uso dos recursos energéticos.

7. Conclusões

Ressalta-se que a transição energética não é um processo natural e sua materialização depende de ações governamentais e aprimoramentos do arranjo regulatório e institucional. Neste sentido, dentre outros fatores, os desafios apontados são reflexos de uma política energética baseada nos aspectos técnicos e econômicos e que pouco incorpora a dimensão socioambiental e outras formas de uso dos recursos energéticos. Tendo em vista que, na região, residem grupos sociais de diferentes identidades étnico-culturais, o planejamento do setor energético deve priorizar os impactos e desdobramentos de projetos de infraestrutura no meio físico-biótico, no ordenamento territorial e no modo de vida da população local.

Desta forma, na Região Amazônica, fica evidente a necessidade de se pensar os sistemas de energia a partir das demandas locais e dos usos das melhores fontes energéticas para as finalidades sociais prioritárias, considerando a dimensão cultural e histórica dos recursos naturais. Neste sentido, aponta-se a importância do estabelecimento de um processo de transformação justa da matriz energética, que inclua todos os grupos sociais e as especificidades de suas demandas.

8. Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela FAPERJ – Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, Processo SEI E-26/205.934/2022.

9. Referências

BROGGIO C., CATAIA M, DROULERS M.VELUT S. **Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne**. VertigO, la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 14 n. 3. Dezembro, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Planejamento dos Sistemas Isolados - Ciclo 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. SIEMAS Bem estar. **Indicadores de bem-estar energético**. Julho de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **Universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica no Brasil: Evolução recente e desafios para a Amazônia Legal**, 2021.

MELLO, C. C. A.; MALERBA, J.; TUPINAMBÁ, S. **Da transição energética à transição ecológica a contribuição da justiça ambiental e um convite ao debate**. FASE, Abril de 2024.

SANTOS, D.; LIMA, M.; WILM, M.; SEIFER, P.; VERÍSSIMO, B. **Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira, IPS Amazônia 2023**, Resumo Executivo. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Belém, Pará, 2023.

SOUZA, R. C.; CAVALIERO, C K. **O Suprimento Elétrico de Comunidades Isoladas da Amazônia Face a Privatização das Distribuidoras de Energia Elétrica**. XI CBPE, 2018.



EMISSIONS OF GASES OF GREENHOUSE EFFECT AVOIDED WITH THE USE OF NATURAL GAS IN THERMAL POWER PLANTS IN THE AMAZON

GREENHOUSE GAS EMISSIONS AVOIDED BY USING NATURAL GAS IN THERMAL POWER PLANTS IN THE AMAZON

Raquel Caldas Ferreira^{1*}, Niaracir Hans Pestana Campos², Izabelly Cruz da Costa³

¹Companhia de Gás do Amazonas (Cigás), Manaus/AM, Brasil. E-mail: raquel.ferreira@cigas.com.br

² Companhia de Gás do Amazonas (Cigás), Manaus/AM, Brasil.

³ Companhia de Gás do Amazonas (Cigás), Manaus/AM, Brasil.

Resumo

Dentre a diversidade de recursos energéticos disponíveis na região amazônica convém destacar o gás natural, cuja produção está concentrada na atualidade no Estado do Amazonas. Em que pese ser um recurso energético não renovável, o gás natural apresenta vantagens ambientais significativas frente a outros energéticos de origem fóssil. Portanto, entende-se ser necessário utilizá-lo de forma a promover os ganhos econômicos, sociais e ambientais para região, o que passa por quantificar seus benefícios e socializá-los. Tendo como concessionária a empresa CIGÁS o uso do gás natural tem se intensificado no Amazonas, penetrado nos setores de geração de energia elétrica, transporte, indústria e comércio. Nesse sentido, no presente artigo apresenta-se informações pertinentes ao gás natural no contexto do estado do Amazonas demonstrando a penetração que este vem alcançando em tão pouco tempo de exploração comercial, sendo dado ênfase a quantificação das emissões de gases de efeito estufa evitadas. O cálculo foi realizado valendo-se da metodologia preconizada pelo GHG Protocol, tendo como foco o uso do gás natural em termelétricas no estado do Amazonas. Como resultado obteve-se que 6,2 Mi tCO_{2e} (toneladas de GEE equivalentes) deixaram de ser emitidas no período do ano de 2010 a 2023.

Palavras-Chave: Gás Natural. Emissões evitadas. Gases de Efeito Estufa. Termelétricas. Amazonas.

Abstract

Among the diversity of energy resources available in the Amazon region, natural gas is worth highlighting, whose production is currently concentrated in the state of Amazonas. Although it is a non-renewable energy resource, natural gas has significant environmental advantages over other fossil fuels. Therefore, it is necessary to use it in a way that promotes economic, social and environmental gains for the region, which involves quantifying its benefits and socializing them. With CIGÁS as the concessionaire, the use of natural gas has intensified in the Amazonas, penetrating the sectors of electricity generation, transportation, industry and commerce. In this sense, this article presents information pertinent to natural gas in the context of the state of Amazonas, demonstrating the penetration that it has achieved in such a short time of

commercial exploration, with emphasis on the quantification of avoided greenhouse gas emissions. The calculation was performed using the methodology recommended by the GHG Protocol, focusing on the use of natural gas in thermoelectric plants in the state of Amazonas. As a result, it was found that 6.2 Mi tCO_{2e} (tons of GHG equivalents) were no longer emitted between 2010 and 2023.

Keywords: Natural Gas. Avoided Emissions. Greenhouse Gases. Thermoelectric Plants. Amazonas.

1. Introdução

O gás natural (GN) tem um papel fundamental na transição energética, vez que proporciona: i) a mitigação da complexidade no abastecimento de energia; ii) oferta acessível do combustível; e iii) é a alternativa menos poluente dos combustíveis fósseis, conforme dados divulgados no Painel “Gás Natural e Transição Energética, Desenvolvimento Econômico e Investimentos Estruturantes, Mercado Livre e Inovação no Setor” do evento Gas & Energy Week, em 2024. Ademais, a demanda por energia no mundo é crescente, com isso todos os combustíveis são essenciais para a segurança energética global, dos fósseis aos renováveis. As projeções demonstram que deve haver complementariedade entre as fontes de energia, tendo como foco a busca pela descarbonização para um mundo sustentável.

Desse modo, entende-se que o gás natural continuará, pelas próximas décadas, a desempenhar um papel crucial no fornecimento de energia elétrica no mundo, promovendo resiliência e segurança energética, em complemento às demais fontes de energias.

No Amazonas essa transição começou em 2004, quando foi assinado o Termo de Compromisso para a mudança da matriz energética do Estado, que se efetivou em 2009 com a entrega do gasoduto Urucu-Coari-Manaus, e em 2010 com a entrada em operação comercial da CIGÁS.

No artigo em tela apresenta-se, em que pese outros benefícios do uso do gás natural no Amazonas, a redução das emissões de gases de efeito estufa decorrente da substituição de derivado de petróleo pelo gás natural no período do ano de 2010 à 2013, evidenciando sua importância para a problemática climática global.

2. Metodologia

O trabalho em tela adotou como ponto de partida o levantamento de informações relativas ao contexto legal com ênfase ao cenário no estado do Amazonas e publicações técnico-científicas aderentes à temática. Dessa forma foi possível contextualizar a questão a ser abordada, ou seja, a contribuição ambiental do gás natural ao deslocar o uso de outros

combustíveis fósseis em termelétricas, bem como traçar os principais marcos da entrada do mesmo na matriz energética do estado do Amazonas.

Em seguida realizou-se estudo sobre as ferramentas para determinação de emissões de gases de estufa, optando-se pela metodologia GHG Protocol onde estão estabelecidos os padrões globais abrangentes para medir e gerenciar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de operações do setor público e privado, cadeias de valor e ações de mitigação.

Vale registrar que o GHG Protocol é resultado de parceria entre o *World Resources Institute* (WRI) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), e atua com governos, associações industriais, ONGs, empresas e outras organizações, fornecendo os padrões de contabilidade de GEE mais usados no mundo.

Dando prosseguimento ao trabalho, foram obtidas informações de acesso restrito, disponíveis na Companhia de Gás do Amazonas, relativas ao consumo de gás natural em termelétricas instaladas no estado do Amazonas. Valendo-se de tais informações e fazendo uso da ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol disponibilizada pela Fundação Getúlio Vargas, fez-se os cálculos das emissões evitadas.

3. Cenário do Setor de Gás Natural no Estado do Amazonas

3.1 Reservas de Gás Natural no Brasil e Amazonas

Nos últimos anos, o volume de Reservas Provadas de Gás Natural no Brasil apresentou crescimento. Somente no ano de 2023, as reservas provadas foram de 517.077 milhões de m³, aumento de 27,19% em relação ao ano anterior. Destaque para estado do Rio de Janeiro que demonstrou crescimento expressivo de 45%, quando comparado 2023 com o ano anterior, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

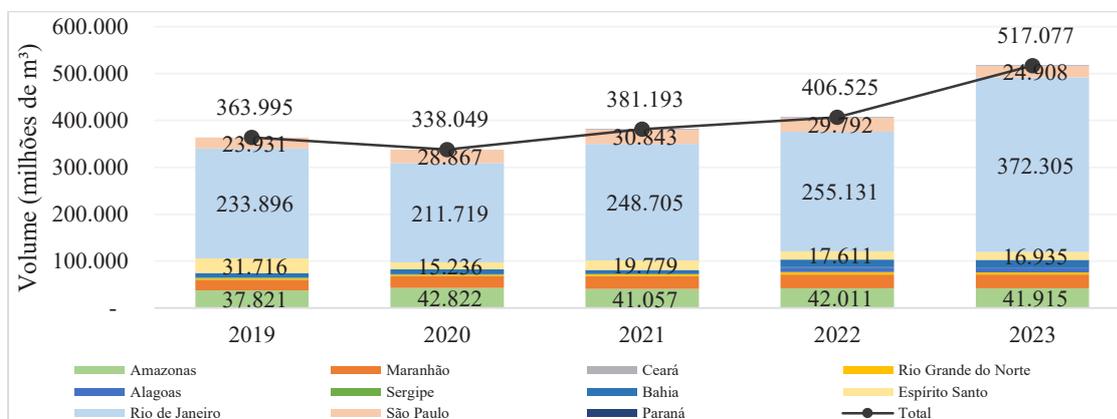


Figura 1. Evolução das Reservas Provadas de Gás Natural no Brasil de 2019 a 2023, por estado.

Fonte: ANP (2023).

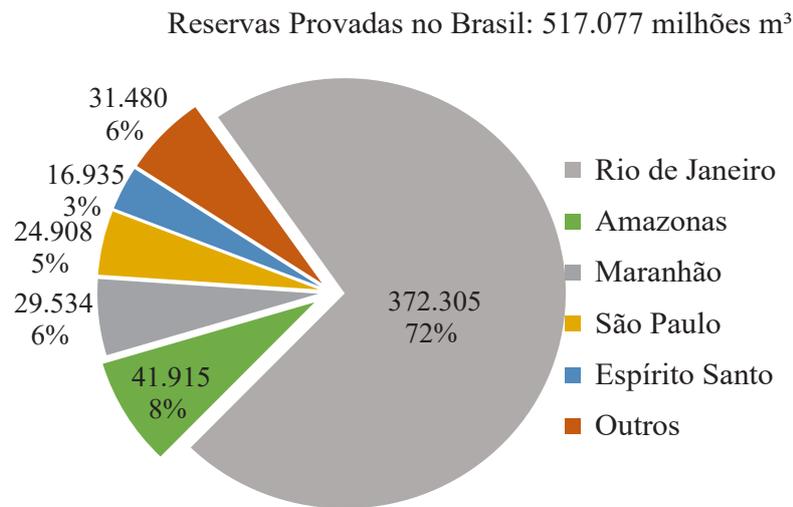


Figura 2. Reservas Provadas no Brasil, por estado em 2023.

Fonte: ANP (2023)

Conforme dados da ANP (2024), o estado do Rio de Janeiro detém a maior reserva (em terra e no mar) de gás provada do Brasil, seguido pelo estado do Amazonas. Destaca-se que, o Amazonas detém a maior reserva provada do Brasil em terra, contemplando a bacia do Solimões, gás proveniente de Urucu e bacia do Amazonas, gás proveniente de Silves, conforme consta da Figura 3.

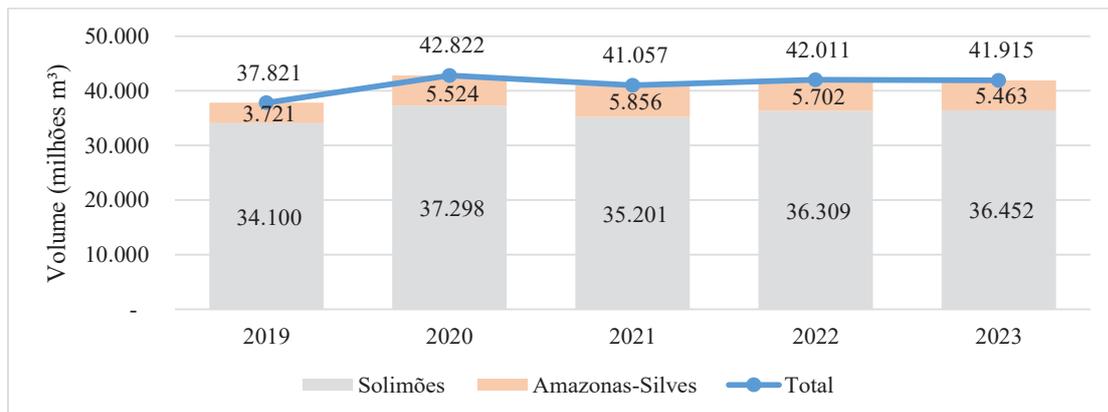


Figura 3. Evolução das Reservas Provadas de Gás Natural no Amazonas de 2019 a 2023, no Amazonas.

Fonte: ANP (2023)

3.2 Cenário regulatório do gás natural

Em 1988, a Constituição Federal, em seu Art. 25, parágrafo 2º, reservou aos Estados o direito de explorar diretamente, ou mediante concessão, os serviços locais de gás canalizado, e vedou a edição de qualquer medida provisória para a sua regulamentação.

Com a Constituição Federal de 1988, os estados receberam da Carta Magna o direito de tratar dos serviços públicos locais de gás canalizado, de acordo com as suas particularidades regionais. Frisa-se que esta é a única concessão que cabe aos estados da federação.

A Constituição Estadual do Amazonas de 1989, em seu art. 27, inciso IX, dispõe sobre a exploração direta, ou mediante concessão, dos serviços locais de distribuição de gás canalizado.

O Governo do Amazonas entendendo a importância do gás natural para o Estado, mediante a Lei nº 2.325/1995, criou a Companhia de Gás do Amazonas – Cigás, sociedade de economia mista, com o objetivo social de explorar, com exclusividade, os serviços de distribuição e comercialização de gás natural e de outras origens, bem como as atividades de transporte fluvial ou canalizado e outras atividades correlatas e afins, necessárias para a distribuição do gás para todo o segmento consumidor, seja como combustível, matéria-prima, petroquímica, fertilizante ou como oxi-redutor siderúrgico, seja para geração de energia termelétrica ou outras finalidades e usos possibilitados pelos avanços tecnológicos, pelo período de 30 anos, a contar de 01 de fevereiro de 2010.

Em 2002, o Governo do Amazonas e a Cigás, celebraram entre si o Contrato de Concessão para a exploração dos serviços públicos de distribuição e comercialização de gás combustível canalizado, de produção própria ou de terceiros, podendo inclusive importar, para uso como combustível, matéria-prima ou insumo para fins comerciais, industriais, residenciais, automotivos, de geração termelétrica ou quaisquer outras finalidades e usos possibilitados pelos avanços tecnológicos. Dentre as atribuições que lhes foram outorgadas, compete à concessionária realizar os investimentos necessários à prestação dos serviços concedidos, considerando prazos e quantitativos, de acordo com estudos de viabilidade econômica por ela promovidos, que justifiquem a rentabilidade dos investimentos realizados, além da prestação do serviço adequado, atendendo aos princípios da generalidade, modicidade tarifária, isonomia, dentre outros.

Em 2004, foi assinado o Termo de Compromisso entre Governo de Estado, Governo Federal, PETROBRAS, ELETROBRAS e CIGÁS, com vistas ao uso do gás natural para mudar a matriz energética do estado do Amazonas.

No ano de 2010, após a conclusão do gasoduto Urucu-Coari-Manaus, o Governo do Estado regulamentou os serviços de distribuição de gás e as demais atividades correlatas e acessórias, por meio do Decreto Estadual nº 30.776/2010.

Por intermédio do Decreto Estadual nº 31.398/2011, foram regulamentadas as condições do contrato de prestação de serviços de distribuição de gás para consumidor livre, autoprodutor,

autoimportador, dentre outras providências, ou seja, o mercado de Gás Natural no Amazonas teve seu primeiro marco legal de abertura, consoante regras previstas no referido Decreto.

Em 2013, o estado do Amazonas teve seu marco regulatório do gás, estabelecido, por intermédio da Lei nº 3.939/2013, contendo regras para disciplinar os serviços de distribuição de gás canalizado para os agentes (autoprodutor, autoimportador e consumidor livre).

Por fim, em 2021, foi editado novo marco regulatório, a Lei Estadual 5.420/2021, que regulamenta a prestação dos serviços públicos de distribuição e comercialização de gás natural canalizado sob o regime de concessão, e com as condições de enquadramento para os consumidores livres no mercado de gás local.

3.3 Dinâmica do mercado de Gás Natural

O gás natural presente no subsolo é explorado por empresas, autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP através de concessões de exploração. Essas mesmas empresas ao produzirem o combustível, transferem-no, obrigatoriamente por dutos (gás canalizado), para ser tratado e colocado dentro das especificações definidas pela ANP. A título de exemplo, o gás natural distribuído pela concessionária no Amazonas para os segmentos térmico, industrial, veicular, comercial e residencial é explorado, produzido e tratado, no município de Urucu, pela Petrobras.

Após as etapas supracitadas, o gás natural é transportado por gasodutos, por empresa de transporte dutoviário desde as unidades de tratamento até os pontos de entrega para concessionárias de serviços públicos de distribuição de gás. No Amazonas, o transporte do gás natural é executado pela empresa ENGIE Brasil Serviços de Energia Ltda, atual proprietária do gasoduto Urucu-Coari-Manaus.

Após receber o gás natural nos pontos de entrega, as concessionárias estaduais de serviços públicos de distribuição constroem, operam e mantem as redes de distribuição para a entrega de gás aos usuários finais. No Amazonas a Cigás é a concessionária exclusiva dos serviços locais de gás canalizado. Nas Figuras 4 e 5, consta a representação esquemática da dinâmica do mercado cativo e do mercado livre, respectivamente.

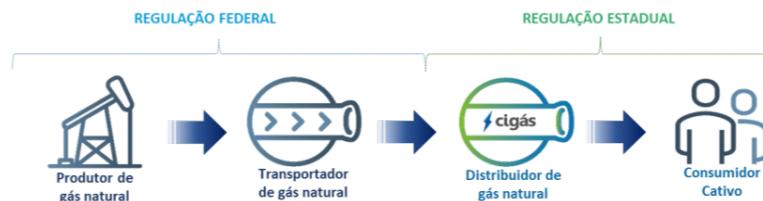


Figura 4. Dinâmica do mercado cativo.

Fonte: CIGÁS (2024)

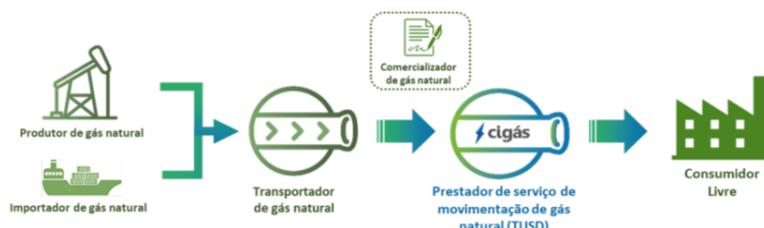


Figura 5. Dinâmica do mercado livre.

Fonte: CIGÁS (2024)

3.4 Distribuição de gás natural no Amazonas

A Companhia de Gás do Amazonas (CIGÁS), como mencionado, é a concessionária de distribuição dos serviços locais de gás canalizado. Até dezembro de 2024, a empresa investiu mais de R\$ 1,07 bilhão (valores atualizados) na construção de 317 km de rede de distribuição.

Do início de sua atividade operacional em 2010 até dezembro de 2024 a Cigás vem atendendo a diversos segmentos de mercado, tais como: 19 usinas termelétricas, 1 estação de liquefação/autogeração, 8 postos de gás natural veicular (GNV), 79 indústrias, 290 estabelecimentos comerciais e mais de 23 mil unidades habitacionais. Atualmente são mais de 23,3 mil unidades consumidoras contratadas e o volume médio de gás comercializado no ano de 2024 foi de 5,4 milhões de m³ por dia. Assim, esta ocupou a terceira posição do *ranking* de volume médio comercializado entre as distribuidoras do Brasil. Ficando atrás somente das distribuidoras centenárias dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Para os próximos cinco anos, a Companhia projetou, em seu Plano de Negócios da Companhia - 2025 a 2029, investimentos na ampliação do sistema de distribuição da ordem de R\$ 347 milhões, esperando com isso totalizar até 2029, a marca de R\$ 1,37 bilhão em investimentos.

Assim, a expectativa é de que a rede de distribuição cresça aproximadamente mais 140 km alcançando a marca de 460 km até 2029. Com isso será possível interligar mais de 22 mil novos usuários ao sistema de distribuição de gás natural, quase dobrando o número de beneficiados, superando a marca de 44 mil usuários no Estado. Em relação ao volume médio comercializado, a empresa espera crescer 2,5 milhões de m³ por dia, atingindo 8 milhões de m³ por dia de gás comercializado.

4. Emissões evitadas com a utilização de gás natural em usinas termelétricas

Reconhecidamente o Gás Natural, dentre os combustíveis fósseis, é o que apresenta menor emissão de gases de efeito estufa. Tanto é assim que Medeiros et al. (2017), afirma que a troca de combustível líquido pelo gás natural proporcionou a redução de 73% na poluição

ocasionada pela queima de combustíveis líquidos, possibilitando a redução de 55% de gases estufa (metano e dióxido de carbono). A pesquisa analisou a transição energética de Manaus ao longo de cerca de 10 anos, durante a qual a cidade passou a substituir o óleo combustível e o diesel pelo gás natural na geração de eletricidade. Para avaliar os impactos dessa mudança na qualidade do ar urbano, especialmente na concentração de ozônio, foram simulados três cenários: um baseado na realidade de 2008, com uso total de óleo e diesel; outro correspondente ao ano de 2014, com uso misto de combustíveis; e um cenário futuro, previsto para 2018, com uso quase total de gás natural. As emissões relacionadas ao transporte e às refinarias foram mantidas constantes em todos os cenários, permitindo que a análise focasse exclusivamente nos efeitos da mudança de combustível nas usinas termelétricas.

Nesse sentido, considerando que o gás natural, dentre os combustíveis fósseis é o menos poluente, a Cigás realizou estudo visando identificar os ganhos ambientais ocasionados a partir da troca de combustível líquido para o gás natural, no segmento termelétrico que representa no ano corrente 84% do volume distribuído pela Companhia.

A seguir são apresentadas informações relevantes acerca da determinação das emissões evitadas.

4.1 Termelétricas consideradas no estudo

No quadro 1 constam algumas informações sobre as termelétricas contempladas no presente estudo. É oportuno ressaltar que todas as termelétricas utilizavam óleo diesel.

Quadro 1. Informações sobre as Usinas Termoelétricas consideradas no estudo.

Térmica	Potência (MW)	Volume mil m³/d	Localização	Energia máxima produzida (MWh/ano)
UTE 1	166	1.000	Manaus	1.454.160
UTE 2	591	2.500	Manaus	5.177.160
UTE 3	85	370	Manaus	744.600
UTE 4	66	330	Manaus	578.160
UTE 5	75,4	370	Manaus	660.504
UTE 6	60	330	Manaus	525.600
UTE 7	60	370	Manaus	525.600
UTE 8	0,85	150	Anori	7.446
UTE 9	38,772		Manaus	339.643
UTE 10	4,8		Manaus	42.048
UTE 11	2,4		Manaus	21.024
UTE 12	0,6		Manaus	5.256

Fonte: Própria.

É oportuno registrar que das 19 usinas termelétricas para as quais foi celebrado contrato de fornecimento de gás natural, somente 12 estão em operação.

Em razão de cláusulas de confidencialidade estabelecidas contratualmente entre CIGÁS e os controladores das termelétricas, não é possível identificar nominalmente as usinas atendidas, tampouco divulgar informações detalhadas sobre a evolução de sua performance individual ao longo do período analisado. Por esse motivo, optou-se pela pseudonimização dos nomes das usinas no presente estudo, utilizando identificações genéricas (UTE 1, UTE 2, etc.), e pela apresentação exclusivamente dos dados técnicos disponíveis nos contratos firmados, tais como potência instalada, volume de gás contratado e energia máxima produzida.

4.2 Medição de gás natural

É mister destacar que a Cigás conta com um Sistema de Medição de Gás Natural Canalizado. O processo de medição trata-se de um conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor consumido pelo usuário, para então, realizar o faturamento.

Conforme a norma ABNT NBR 16107: 2012 - Fator de conversão de volume de gás, a comercialização do gás natural é efetuada em unidades de volume referidas à condição-base de pressão, de temperatura, de compressibilidade e a uma condição de referência do poder calorífico superior, estabelecendo desta forma uma referência de valor energético para o metro cúbico do gás na condição-base.

Registre-se que é realizada a validação periódica desses sistemas, por meio de calibração e inspeção, fatores fundamentais para manter sua eficiência e conformidade com normas regulatórias.

Atualmente, o sistema de medição é regido pela Resolução Conjunta ANP/Inmetro 01/2013 que aprova o Regulamento Técnico de medição de petróleo e gás natural, pelas Portarias INMETRO 156 e 236/2022 que regulam sobre os medidores de vazão de gás natural, por Resolução da ANP que estabelece as especificações do gás e pelos planos de manutenção preventivos periódicos realizados internamente na Cigás.

Todos os elementos de medição utilizados pela Companhia, passam por calibrações e verificação metrológica periódicas em laboratório de calibração com Acreditação RBC/INMETRO conforme norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017.

Os sistemas de medição instalados nos clientes da Cigás são compostos por elementos primários e secundários, sendo eles:

- Elemento primário: medidor de vazão;
- Elemento secundário: transmissores, transdutores e computadores de vazão.

A Cigás faz uso em seus clientes de 4 tipos de tecnologias de medidores de vazão, sendo eles:

- Medidores de Vazão Ultrassônicos: Utilizam ondas sonoras para medir a velocidade do gás. São conhecidos por sua alta precisão e baixa manutenção, pois não possuem partes móveis.
- Medidores de Vazão de Turbina: Medem a vazão do gás através da rotação de uma turbina interna. São bastante precisos, mas podem ser afetados por impurezas no gás.
- Medidores de Vazão de Deslocamento Positivo: Capturam volumes fixos de gás e os transferem através do medidor. São muito precisos e ideais para medições intermitentes.
- Medidor de Vazão Diafragma: Utiliza diafragmas flexíveis (ou foles) que se expandem e contraem em câmaras de volume fixo para medir o volume de gás. São medidores recomendados para clientes de baixa vazão em escala residencial e comercial.

A escolha do medidor a ser instalado no cliente leva em consideração o consumo e o regime de trabalho.

O medidor de gás natural totaliza somente o volume deste energético nas condições de operação no local da medição. Sendo o gás natural um fluido compressível, torna-se necessária a adoção de métodos aceitos para realizar a conversão do volume na condição de operação no local para o volume na condição de base por meio de um computador de vazão ou conversor de volume a depender do consumo do cliente.

4.3 Ferramenta de cálculo GHG Protocol

A “Ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais” (Ferramenta de cálculo GHG Protocol) está disponível no site da FGV, no endereço <https://registropublicodeemissoes.fgv.br/inicio#metodos>, em formato de planilha, com fórmulas e campos para *input* de dados.

De acordo com a FGV, os métodos de cálculo e/ou os fatores de emissão contidos na ferramenta são anualmente atualizados, baseados em referências reconhecidas nacional e internacionalmente, tais como: relatórios técnicos do Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério de Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI), da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), *Department for Environment Food and Rural Affairs* (DEFRA), etc.

4.4 Determinação das emissões evitadas

Foi considerado o período do ano de 2010 até 2013 para determinação das emissões. Para viabilizar a análise comparativa entre as emissões com gás natural e com óleo diesel, a

quantidade de gás natural consumida foi convertida para quantidade de óleo diesel usando o fator de conversão de 1 m³ de gás natural para 1,8 litros de diesel.

Os dados foram inseridos na aba de combustão estacionária da ferramenta, a qual indicou que a substituição do óleo diesel pelo gás natural no segmento termelétrico evitou a emissão de aproximadamente 6,2 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) no período analisado, evidenciando o impacto positivo da mudança da matriz energética do estado do Amazonas. Na Figura 6, consta a tela da aba mencionada da ferramenta de cálculo GHG Protocol.

Figura 6. Tela da Ferramenta com dados das termoeletricas consideradas no estudo.

Fatores de emissão para o setor: Energia

¹ O cálculo é efetuado somente quando selecionado o setor de atividade que mais se adequa as atividades da organização. Os setores listados seguem o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) e o Inventário Nacional. Para mais informações, consulte a aba "Fatores de Emissão". Caso a organização atue em mais de um setor, selecione aquele que melhor representa a atividade exercida pelas fontes de emissão estacionárias. Caso existam diversas unidades de operação em setores muito distintos, utilize uma planilha para cada unidade.

1 quantidade total de combustível consumido para cada unidade, local, ou ponto (de acordo com o tipo de combustível) na Tabela 1. converta o dado de consumo para coincidir com as unidades apresentadas. de óleo lubrificante usado é proibido no Brasil de acordo com a Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005.

Descrição da fonte	Combustível utilizado	Quantidade consumida	Unidades	O combustível utilizado é formado por:	
				Combustível fóssil	Biocombustível
Planta de Energia Leste	Carvão Metalúrgico Nacional	500.000	Toneladas	Carvão Metalúrgico Nacional	-
Termo-elétricas	Gás Natural Seco	1.669.672.166,00	m ³	Gás Natural Seco	-
Termo-elétricas	Óleo Diesel (puro)	1.545.992.746,30	Litros	Óleo Diesel (puro)	-

e emissão para combustão de fontes estacionárias

Tipo de combustível	Unidade	Consumo de combustível	Fatores de Emissão do setor:		
			CO ₂ (kg/un)	CH ₄ (kg/un)	N ₂ O (kg/un)
Combustíveis fósseis					

Introdução **Combustão estacionária** Combustão móvel Emissões fugitivas Processos industriais Atividades de agricultura Mudança no uso do solo

Fonte: Própria

Segundo o Observatório do Clima (2025), no ano de 2023 o setor de energia no Estado do Amazonas foi responsável pela emissão de 8,33 milhões de tonelada de CO₂e.

Assim, as emissões de gases de efeito estufa evitadas com o gás natural no estado do Amazonas, no período de 2010 à 2013, corresponderam a 74,43% do total emitido no ano de 2023 pelo setor energético estadual.

5. Considerações finais

Indiscutível é a relevância do papel que o gás natural desempenha e pode desempenhar no processo de transição energética, em que pese ser uma fonte não renovável de energia. Enquanto as fontes intermitentes, particularmente solar e eólica, buscam formas de se acomodarem na oferta de energia e na operação dos sistemas elétricos, o gás natural já está com essas questões perfeitamente equacionadas tecnologicamente.

O gás natural apresenta relevância ímpar frente a outros energéticos não renováveis particularmente no setor elétrico do estado do Amazonas. O desenvolvimento desse segmento tem sido significativo e este artigo traz um dos benefícios dessa atividade industrial com grande potencial de crescimento. Porém, não se pode deixar de ter a compreensão de que se trata de um recurso não renovável e, portanto, diversas ações devem ser desenvolvidas no sentido de assegurar a descarbonização de sua cadeia produtiva.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2024**. Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2024>>. Acesso em: 20 maio 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS; INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Resolução Conjunta ANP/Inmetro nº 01, de 10 de junho de 2013 que aprova o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural, anexo à presente Resolução, o qual estabelece as condições e os requisitos técnicos, construtivos e metrológicos mínimos que os sistemas de medição de petróleo e gás natural deverão observar, com vistas a garantir a credibilidade dos resultados de medição**. Diário Oficial da União, 10 jun. Disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/legislacao/detalhe.asp?seq_classe=1&seq_ato=1995>. Acesso em: 22 maio 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS; INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Boletim de Recursos e Reservas de Petróleo e Gás Natural**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos/>>. Acesso em: 14 de jan. 2025

AMAZONAS (Estado). **Constituição Estadual do Amazonas**. Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas, de 05 de outubro de 1989. Disponível em: <<https://www.pge.am.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/Constituicao-do-Estado-do-Amazonas-4a-edicao..pdf>>. Acesso em: 22 maio 2025.

AMAZONAS (Estado). **Decreto nº 30.776, de 30 de dezembro de 2009, que aprova o Regulamento dos Serviços de Distribuição de Gás e as demais atividades correlatas e acessórias no âmbito do Estado do Amazonas**. Diário Oficial do Estado do Amazonas, 30 dez. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=120203>>. Acesso em: 22 maio 2025.

AMAZONAS (Estado). **Decreto nº 31.398, de 27 de junho de 2011, que regulamenta as condições do contrato da prestação de serviços de distribuição de gás para consumidor livre, autoprodutor e autoimportador no Estado do Amazonas e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado do Amazonas, 27 jun. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=120278>>. Acesso em: 22 maio 2025.

AMAZONAS (Estado). **Lei nº 2.325, de 08 de maio de 1995 que cria a Sociedade de Economia Mista denominada Companhia de Gás do Amazonas - CIGÁS e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado do Amazonas, 08 mai. Disponível em: <

https://legisla.imprensaoficial.am.gov.br/diario_am/12/1995/4/7704?o=1>. Acesso em: 22 maio 2025.

AMAZONAS (Estado). **Lei nº 3.939, de 09 de outubro de 2013 que dispõe sobre a disciplina da prestação de serviço público de gás, sob o regime de concessão, no Estado do Amazonas e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado do Amazonas, 09 out. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=260569>>. Acesso em: 22 maio 2025.

AMAZONAS (Estado). **Lei nº 5.420, de 17 de março de 2021, que disciplina a prestação do serviço público de distribuição de gás natural canalizado sob o regime de concessão e sua regulamentação, sobre a comercialização de gás natural e as condições de enquadramento do consumidor livre, autoproductor e autoimportador no mercado de gás no Estado do Amazonas.** Diário Oficial do Estado do Amazonas, 17 mar. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=411235>> Acesso em: 22 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16107: Fator de Conversão do Volume de Gás Natural.** Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.** Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 22 maio 2025.

CIGÁS. **Plano de Negócios CIGÁS.** Manaus, 2024.

FAVERET, José Roberto (moderador); ABI-CHAHIN, Maurício; BORGES, Heloisa; D'APOTE, Sylvie; LAUREANO, Angélica. Painel 1 – Abertura: Perspectivas de médio e longo prazo e planejamento oficial para o setor de gás natural. Painel apresentado em: GAS & ENERGY WEEK 2024, Rio de Janeiro-RJ: Blue Ocean Eventos, 2024.

GHG PROTOCOL. **Ferramenta para cálculo GHG Protocol.** Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>. Acesso em: 22 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria Inmetro nº 156, de 30 de março de 2022, que aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para medidores de vazão de gás natural, biometano e gás liquefeito de petróleo (GLP) em fase gasosa.** Diário Oficial da União. 30 mar. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria Inmetro nº 236, de 14 de junho de 2022, que altera o Regulamento Técnico Metrológico aprovado pela Portaria Inmetro nº 156, de 30 de março de 2022.** Diário Oficial da União. 14 jun. 2022.

Medeiros, A.; Calderaro, G.; Guimarães, P.; Magalhaes, M.; Morais, M.; Rafee, S.; Ribeiro, I.; Andreoli, R.; Martins, J.; Martins, L.; Martin, S.; Souza, R. Power plant fuel switching and air quality in a tropical, forested environment. **Atmospheric Chemistry and Physics.** Volume 17, páginas 8987–8998, 2017.

Observatório do Clima. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG).** Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/?yearRange%5B0%5D=1990&yearRange%5B1%5D=2023&missionType%5B0%5D=1&gas=8&groupBy=Sector&rankBy=State&filtersTab=highlights&statisticsTab=historical&_gl=1%2Ae8jp0m%2A_ga%2AMjAxMzg0NjY4LjE3NDczMzEzN>

Dk.%2A_ga_XZWSWEJDWQ%2AczE3NDk5MTIyNDckbzMkZzAkdDE3NDk5MTIyNDc
kajYwJGwwJGgw>. Acesso em: 14 abr 2025.



GESTÃO ENERGÉTICA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

ENERGY MANAGEMENT AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF AMAZONAS

Rubem Cesar Rodrigues Souza^{1*}, Brenda Ananda de Souza Roderrigues², Márcia Drumond Sardinha³

¹Universidade Federal do Amazonas, Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico - CDEAM, Manaus/AM, Brasil. E-mail: rubem@ufam.edu.br

^{2,3} Universidade Federal do Amazonas, Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico - CDEAM, Manaus/AM, Brasil.

Resumo

Além da redução drástica de combustíveis fósseis, a atual transição energética impõe ações de descarbonização de cadeias produtivas, democratizar o acesso à energia elétrica, difundir os recursos energéticos distribuídos (geração distribuída, veículos elétricos, baterias, entre outros) e reduzir os desperdícios, de sorte a garantir a geração de empregos verdes, contribuir com a inclusão social e a redução da fome no planeta. Nesse contexto, é mister criar nova consciência com relação à posse e ao uso de energia e, nesse particular, assume papel fundamental o combate ao desperdício de energia que, por sua vez, passa pelo engajamento e comprometimento das instituições de ensino em particular e da sociedade em geral. No presente trabalho apresenta-se a experiência que está sendo desenvolvida na Universidade Federal do Amazonas que instituiu seu Programa de Gestão Energética Institucional de forma permanente, estabelecendo a governança sobre a temática, sendo este o principal diferencial constatado com relação a abordagens de mesma natureza em instituições de ensino superior em nível nacional e internacional.

Palavras-Chave: Transição Energética. Gestão Energética. Universidade Federal do Amazonas. Programa Institucional.

Abstract

In addition to the drastic reduction of fossil fuels, the current energy transition requires actions to decarbonize production chains, democratize access to electricity, disseminate distributed energy resources (distributed generation, electric vehicles, batteries, etc.) and reduce waste; in order to guarantee the generation of green jobs, contribute to social inclusion and reduce hunger on the planet. In this context, it is necessary to create new awareness regarding the ownership and use of energy and, in this regard, combating energy waste plays a fundamental role, which, in turn, requires the engagement and commitment of educational institutions in particular and society in general. This paper presents the experience that is being developed at the Federal University of Amazonas, which instituted its Institutional Energy Management Program on a permanent basis, establishing governance on the subject, this being the main difference

observed in relation to approaches of the same nature in higher education institutions at national and international level.

Keywords: Energy Transition. Energy Management. Federal University of Amazonas. Institutional Program.

1. Introdução

A eficiência energética em edificações tem ganhado crescente relevância no cenário global, especialmente devido aos desafios impostos pela transição energética e pela necessidade de reduzir custos. Nas edificações não industriais, como universidades e prédios públicos, o consumo de energia frequentemente apresenta oportunidades significativas para economia e otimização, especialmente em usos finais mais demandados, como iluminação, climatização e equipamentos de escritório. Estudos demonstram que a aplicação de boas práticas de uso racional de energia em ambientes institucionais não apenas reduz custos, mas também promove a sustentabilidade ambiental, incentivando mudanças culturais que contribuem para a redução do desperdício.

Embora inúmeras sejam as experiências desenvolvidas em instituições de ensino públicas e privadas, chama a atenção o fato de pouca atenção ser dada à continuidade e sustentabilidade de tais ações.

No presente artigo apresenta-se a experiência que está sendo desenvolvida no âmbito da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) que alicerça suas ações no estabelecimento de uma governança institucionalizada para assim assegurar a continuidade e sustentabilidade da gestão energética nas instalações da universidade.

2. Metodologia

O trabalho consistiu em pesquisa em fontes secundárias acerca das boas práticas de gestão energética em instituições de ensino superior em nível nacional e internacional. Também foi realizado uma ampla pesquisa na internet para identificar softwares livres para apoiar o desenvolvimento do banco de dados de informações energéticas. Outra ação pertinente foi o levantamento de documentos pertinentes para subsidiar as informações sobre a criação do Programa de Gestão Energética Institucional da UFAM e suas ações.

3. Boas práticas de eficiência energética em instituições de ensino

Universidades ao redor do mundo têm adotado medidas técnicas inovadoras para reduzir o consumo de energia elétrica, com o objetivo de otimizar os recursos financeiros e promover a sustentabilidade, a seguir algumas dessas experiências serão apresentadas resumidamente.

3.1 Universidade de Cambridge

Conforme University of Cambridge (2020), desde o ano de 2018 a Universidade implementa um plano abrangente para melhorar a sustentabilidade ambiental, focando na redução de emissões de carbono e no uso eficiente de recursos. Entre os principais resultados, destaca-se o aumento da taxa de reciclagem para 80% e o uso recorde do Universal Bus, com 720.000 passageiros em 2023, promovendo a mobilidade sustentável. Além disso, 26% dos funcionários utilizam bicicletas para o deslocamento e 5% caminham. A universidade também investiu na biodiversidade, com treinamentos em colaboração com conselhos locais, e conquistou reconhecimento com o edifício Entopia, que recebeu a classificação “Excelente” no BREEAM¹, com avanços no gerenciamento de resíduos e um plano de uso eficiente da água. Cambridge possui ações claras rumo à meta de zero emissões de carbono no escopo 1 e 2 até 2048.

O gráfico da Figura 1 apresenta a evolução e projeção da Universidade de Cambridge de emissões de gases de efeito estufa, mostrando uma queda progressiva nas emissões anuais de CO₂. A universidade busca atingir a neutralidade de carbono por meio de medidas como eficiência energética, transição para fontes renováveis e redução do impacto de viagens aéreas de negócios, com a meta de diminuir em 25% as emissões per capita desse setor até 2024/25. Além disso, o gráfico diferencia "zero carbono", que significa não emitir CO₂, de "neutralidade de carbono", que envolve compensação de emissões.

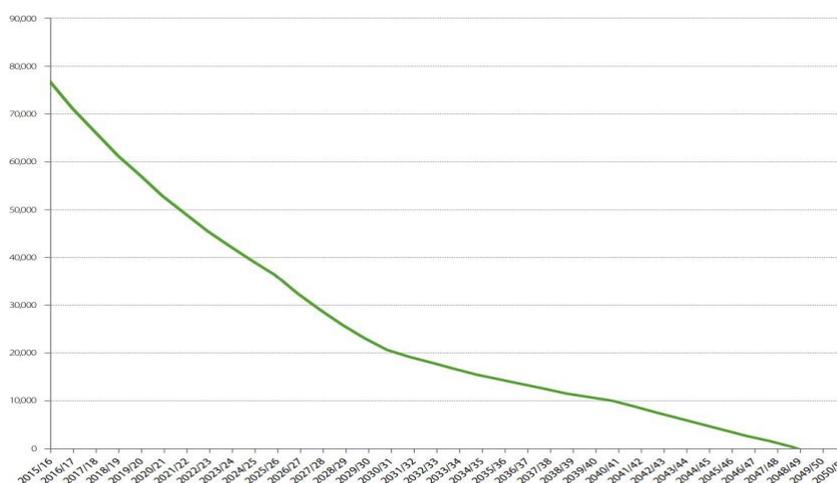


Figura 1 - Evolução e Projeção das Emissões de tCO₂e (Escopos 1 e 2) da Universidade de Cambridge.

Fonte: University Of Cambridge (2020).

¹ O BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) é um dos principais sistemas de certificação de sustentabilidade para edifícios no mundo. Criado no Reino Unido, ele avalia o desempenho ambiental de construções em critérios como eficiência energética, gestão de resíduos, uso de materiais sustentáveis e impacto ambiental.

3.2 Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Conforme UNIFESP (2025), a Universidade Federal de São Paulo implementou o Plano para a Eficiência Energética do Campus Guarulhos, que garantiu um financiamento de R\$ 408.200,00 após aprovação na Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética da EDP Bandeirantes em 2024. O projeto inclui a substituição de mais de 3.300 lâmpadas antigas por modelos mais eficientes, a instalação de uma usina fotovoltaica de 14 kWp com 26 módulos e a adoção de treinamentos sobre uso racional de energia. A estimativa é de economia anual de R\$ 143.275,96 e uma redução do consumo elétrico em 263 MWh por ano.

3.3 Universidade Federal de Goiás (UFG)

A Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás implementou algumas medidas de eficiência energética, como refletores com relés fotoelétricos que automatizam a iluminação, *brises-soleil* para reduzir a incidência de radiação solar em áreas envidraçadas, iluminação natural em pontos estratégicos e sistemas elétricos eficientes (Crispim, 2016). Contudo, os desafios persistem devido à crise orçamentária e à necessidade de atender políticas públicas como o PROCEL e a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P).

3.4 Universidade de Lisboa

A Universidade de Lisboa implementou medidas voltadas para a iluminação interior e exterior buscando otimizar o uso de energia por meio do desligamento da iluminação decorativa dos edifícios após as 22h no inverno e após as 23h no verão, além da iluminação exterior entre as 24h e as 6h, conforme relata ULISBOA (2022). Também é promovida a redução da iluminação nos estacionamentos durante períodos de menor utilização e a substituição de lâmpadas existentes por modelos mais eficientes, como LED. Outras ações incluem o ajuste de iluminação natural sempre que possível e a instalação de sensores e sistemas automatizados para controle de luz, garantindo maior eficiência no consumo energético dos espaços internos e externos.

3.5 Universidade de São Paulo (USP)

De acordo com USP (2025), o GT Energia da Universidade de São Paulo (USP) busca aprimorar a sustentabilidade e eficiência energética no Campus Butantã por meio de estratégias como a migração para o mercado livre de energia e a expansão de fontes renováveis. O grupo trabalha para estabelecer metas concretas visando a redução do consumo e dos custos energéticos, além da diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE), alinhando suas ações aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à transição justa. O estudo

realizado em 2024 mapeou desafios e potencialidades em oito áreas essenciais, incluindo a produção própria de energia, eficiência energética nas edificações, transporte coletivo e a qualidade da infraestrutura elétrica e de internet no campus, como é demonstrado na Figura 2.

Além disso, a Universidade de São Paulo (USP) tem investido em energias renováveis e gerenciamento de resíduos, com destaque para a produção de biogás a partir da biodigestão anaeróbica de resíduos orgânicos. De acordo com a Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo, o Instituto de Energia e Ambiente (IEE) implantou uma usina de bioenergia e biofertilizantes com três biorreatores de 430 m³ cada e potência instalada de 330 kW, capaz de processar 43 toneladas de resíduos por dia e gerar 4.500 m³ de biogás diariamente. Integrada à produção de energia solar, a planta, inaugurada em maio de 2023, está em fase de licenciamento e já atua como centro de pesquisa e inovação, além de oferecer formação especializada na área. Estudos dentro do Programa USP Sustain buscam otimizar a produção de biogás e explorar o uso do digestato como biofertilizante para hortas e áreas verdes do campus, promovendo sustentabilidade e eficiência energética.

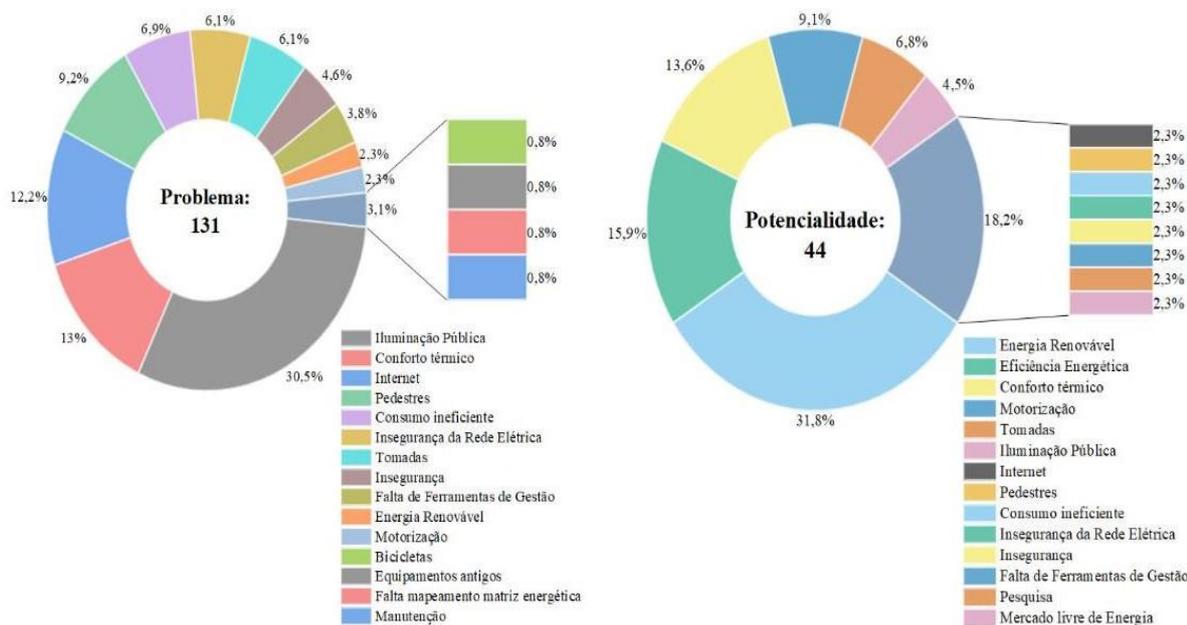


Figura 2 - Problemas e Potencialidades relacionados ao GT Energia da USP identificados nas Oficinas Participativas em 2024.

Fonte: USP (2025).

3.6 Universidade Federal do Pará (UFPA)

De acordo com UFPA (2023), via o Projeto de Gestão Energética da UFPA, desde 2017, a UFPA através do Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia - Ceamazon, implementa projeto de gestão de energia e eficiência energética, focado na redução de custos

e otimização do consumo no campus do Guamá, em Belém. Com seis frentes de atuação, a iniciativa inclui automação predial, instalação de sistemas fotovoltaicos e monitoramento energético. Nos últimos dois anos, a economia ultrapassou R\$ 1,6 milhão, com destaque para a compensação de reativos, análise de faturas e geração solar. Desde 2021, foram instalados oito sistemas fotovoltaicos, gerando 337.574 kWh e economizando R\$175 mil. A instalação de medidores de energia aprimorou o monitoramento e um banco de capacitores de 600 kVAR reduziu gastos com multas.

3.7 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) aprovou a Política de Sustentabilidade e Educação Regenerativa (SER/UFRJ) para reduzir os altos custos com energia e água, que chegaram a R\$ 136 milhões em 2024. A universidade criou grupos de trabalho para mapear o consumo, buscar financiamento e propor soluções para eficiência energética (UFRJ, 2025). Entre as ações, estão o levantamento das condições das instalações elétricas, o aumento dos pontos de medição e a readequação de prédios com alto consumo, como o Restaurante Universitário e o LabCog, que abriga o supercomputador Lobo Carneiro. A economia gerada será revertida para assistência estudantil, infraestrutura acadêmica e transporte universitário.

3.8 Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

De acordo com UNICAMP (2023), a Universidade Estadual de Campinas, em novembro de 2023, inaugurou seu maior projeto de eficiência energética, em parceria com a CPFL Energia, dentro do programa Campus Sustentável (parceria entre a Unicamp e a CPFL Energia, com investimento no âmbito dos programas de P&D - Pesquisa e Desenvolvimento e PEE - Programa de Eficiência Energética, da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica). De acordo com o coordenador do programa Campus Sustentável, o professor Luiz Carlos Pereira da Silva, a iniciativa inclui a instalação de painéis fotovoltaicos nos telhados e a modernização da iluminação em seis unidades de saúde, como o Hospital das Clínicas e o Hospital da Mulher Prof. Dr. José Aristodemo Pinotti (CAISM). Com a adição de 1,1 mil kW de geração solar, a capacidade energética da universidade quase triplicou, e um novo projeto prevê a expansão para 7,5 mil kW. Além disso, a Unicamp implementa o programa "Unicamp 100% LED", substituindo 100 mil lâmpadas, e o projeto "Sustentabilidade no Ar", que trocará 2 mil aparelhos de ar-condicionado antigos. Essas ações resultam em uma economia anual de R\$ 5 milhões e R\$ 10 milhões adicionais com a compra de energia no mercado livre.

3.9 Universidade Federal de Viçosa (UFV)

A UFV (2020) relata que busca otimizar seus recursos energéticos por meio do Programa de Eficiência Energética, focado na redução de custos e preservação ambiental. Entre as principais iniciativas, destacam a instalação de 3.584 painéis solares, economizando R\$100 mil por mês, e a adoção de medidores inteligentes para monitoramento remoto do consumo energético (UFV, 2020). Além disso, projetos em parceria com a Cemig/Aneel possibilitaram a troca de lâmpadas fluorescentes por LED, no ano de 2016, gerando economia anual de mais de R\$ 360 mil. Outras ações incluem o controle do consumo de energia no campus Viçosa e a reativação da Central Geradora Hidrelétrica da Casquinha.

4. Gestão energética na Universidade Federal do Amazonas

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) conta com 26 Unidades Consumidoras (UCs) de energia elétrica, sendo 13 localizadas em Manaus e 13 nos municípios de Benjamin Constant, Coari, Humaitá, Itacoatiara e Parintins. Do total de UCs, 73% são atendidas em alta tensão e as demais em baixa tensão.

No ano de 2023, o consumo total de energia da instituição foi de 14.440 MWh, implicando no custo de R\$ 10.585.000,00, sendo que 78% desse valor corresponde às unidades consumidoras localizadas no município de Manaus.

4.1 Programa de Gestão Energética Institucional da UFAM

Via a Resolução CONSUNI nº 01/2024, a Universidade Federal do Amazonas instituiu o Programa de Gestão Energética Institucional, o PGEI/UFAM. O objetivo geral do Programa consiste em implementar e operacionalizar a gestão energética institucional sistematizada, em todas edificações e instalações existentes e a construir, através de ações e propostas para o uso eficiente da energia e do aproveitamento de potenciais energéticos renováveis, integrando as propostas às áreas estratégicas da gestão, do ensino, da pesquisa e da extensão, de acordo com o planejamento estratégico da universidade.

A governança do Programa consta do Comitê Gestor de Energia, órgão consultivo subordinado à reitoria, e do Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM, órgão suplementar da UFAM e que preside o Comitê de Energia, sendo o suporte técnico do programa. Registre-se que o CDEAM já existia na estrutura organizacional da UFAM desde 2004.

O Comitê Gestor foi instituído via Resolução nº 023/2024, do Conselho de Administração da UFAM, sendo, a seguir, destacadas algumas ações relevantes.

4.1.1 Construção de banco de dados

Após vencer o enorme desafio da institucionalização de um programa permanente de gestão energética institucional, decidiu-se por avançar na superação de outro desafio de grande monta de perfeito conhecimento daqueles que já se debruçaram na elaboração de projetos visando a eficiência energética em ambientes públicos, que reside na grande dispersão e/ou falta de informações.

Assim, iniciou-se um projeto que consiste na construção de um banco de dados de fácil manuseio, capaz de concentrar as informações relevantes para a gestão energética, bem como, os indicadores para avaliação das ações implementadas. O mencionado trabalho está sendo desenvolvido no âmbito de um projeto de Iniciação Científica, com bolsista voluntária.

Após um exaustivo processo de busca e análise de bancos de dados de livre acesso e fácil manuseio que atendessem os requisitos para o uso a ser dado, optou-se pelo LibreOffice que, em verdade, é um suíte de escritório com aplicativos para vários fins, o qual apresenta as seguintes características: i) total gratuidade de suas funções; ii) ausência da necessidade de assinatura de acesso; iii) para o armazenamento do banco de dados utiliza a memória da máquina onde está instalado, eliminando a necessidade de servidores externos, reduzindo custos e garantindo que as informações permaneçam acessíveis independentemente da conectividade com a internet, o que evita a exposição a vulnerabilidades associadas a serviços em nuvem, como ataques cibernéticos e acessos não autorizados; iv) sua interface muito se assemelha a programas amplamente utilizados como o pacote Office da Microsoft e algumas funções do Google Drive, como Doc, Planilhas e Formulários, permitindo acessibilidade a qualquer usuário com conhecimentos em informática básica.

O banco de dados foi estruturado para conter dados passíveis de manipulação, tais como informações contidas nas faturas de energia elétrica, bem como, arquivos pdf, por exemplo, de projetos de instalações elétricas das edificações.

Atualmente o banco de dados está sendo alimentado com informações constantes nas faturas de energia elétrica, referentes aos anos de 2021 a 2024.

Entende-se que, em futuro próximo, haverá necessidade de dispor de outro ambiente computacional e para tal, serão realizados esforços para captação dos recursos financeiros.

O banco de dados será fundamental para gestão da informação e, ainda, para gerar os *Key Performance Indicators* (KPIs) ou indicadores chaves para acompanhamento das ações a serem desenvolvidas.

4.1.2 Boletim de Monitoramento de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fontes Energéticas da UFAM

Como resultado da aplicação do banco de dados em desenvolvimento, foi produzido o Boletim de Monitoramento das Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fontes Energéticas da UFAM. Esse boletim que terá periodicidade semestral contém a evolução de consumo de energia elétrica e as correspondentes de emissões de gases de efeito estufa. Na Figura 3 consta a evolução das emissões de GEE para o campus Manaus da UFAM nos anos de 2021, 2022 e 2023.



Figura 3. Evolução das emissões de GEE no campus de Manaus/AM para os anos de 2021, 2022 e 2023 (tCO_{2e}).

Fonte: Própria.

Na medida em que as ações forem sendo desenvolvidas o banco de dados contemplará informações sobre outros usos energéticos, tais como GLP e combustíveis automotivos, o que irá ampliar o escopo do Boletim de Monitoramento de Emissões.

4.1.3 Diretrizes do Programa de Transição Energética da UFAM

Outro resultado expressivo foi a aprovação pelo Comitê de Energia das diretrizes para elaboração do Plano de Transição Energética da UFAM.

As diretrizes aprovadas foram as seguintes:

- **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação:** No âmbito do programa de Iniciação Científica (PIBIC) e do Programa de Inovação Tecnológica (PIBITI) serão apresentadas propostas de projetos alinhadas com a temática e com aplicação no âmbito da universidade. Além disso, serão elaboradas propostas para captação de recursos externos valendo-se da Lei da Informática e outras com os recursos regulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica e pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- **Adoção de Tecnologias Apropriadas:** Entende-se que há, no mercado nacional e internacional, um arsenal considerável de tecnologias com potencial de inserção no

contexto da UFAM e, assim, ações deverão ser feitas para a incorporação dessas tecnologias.

- **Capacitação Profissional:** Entende-se ser a capacitação o alicerce para todo o processo de transição energética. Portanto, diversas deverão ser as estratégias para assegurar a formação de massa crítica em diversos níveis e áreas de conhecimento.
- **Disseminação da cultura da eficiência energética:** A postura perdulária no tocante aos recursos energéticos está arraigada na cultura nacional em todas as camadas da sociedade, portanto, é preciso definir um conjunto de medidas que ajudem na transformação desse cenário.
- **Parcerias Estratégicas:** Tamanho é o desafio a ser vencido que não se pode imaginar superá-lo atuando dissociado de parceiros em nível público e privado. Portanto, ações de parcerias devem ser desenvolvidas em âmbito local, regional, nacional e internacional para assegurar a sustentabilidade do Programa e, ainda, a replicabilidade das ações de sucesso junto à sociedade.

4.2 Constatações preliminares

Embora o Programa de Gestão Energética da UFAM esteja em fase embrionária, algumas questões críticas já foram identificadas, sendo algumas delas apresentadas a seguir.

- **Necessidade de gestão mais eficientes das faturas de energia elétrica:** A análise das faturas de energia elétrica, relativas ao período de 2021 a 2023, permitiram constatar os seguintes problemas: i) multas por atraso de pagamento; ii) multas por energia reativa excedida e; iii) multa por ultrapassagem de demanda contratada. Para sanar o primeiro problema é suficiente um melhor acompanhamento das datas de vencimento das faturas e o terceiro problema pode ser resolvido com o acompanhamento dos contratos de demanda de sorte a reajustá-los sempre que necessário. Quanto ao segundo problema, haverá a necessidade de investimento em solução amplamente conhecida no mercado nacional, qual seja, a instalação de banco de capacitores.
- **Problemática do suprimento elétrico no Campus Manaus.** O campus Manaus da UFAM é constituído pelo Setor Norte e Setor Sul, ambos conectados por uma rede elétrica de aproximadamente 2,5 km de comprimento tendo uma subestação de 13,8 kV conectada à rede da concessionária. A demanda contratada atingiu o limite regulatório e seria necessário construir uma subestação de 69 kV, para deixar de pagar a tarifa de demanda por ultrapassagem. Além do investimento ser alto,

aproximadamente R\$ 15 milhões, não resolveria os problemas constantes de quedas de árvores sobre a rede que interliga os setores Norte e Sul e, também, não dispensaria os investimentos necessários em recondutoramento desta rede em face do aumento de demanda no setor Norte. Esse é uma problemática existente há vários anos e que poderia ser resolvido com a construção de uma segunda entrada em 13,8 kV para atender o setor Sul e, portanto, o desligamento da rede que interliga os dois setores. Embora as normativas da ANEEL vetem mais de uma entrada de energia para uma mesma unidade consumidora é tecnicamente defensável as duas entradas nesse caso, inclusive por haver precedentes em Manaus.

5. Considerações finais

As práticas de eficiência energética aqui apresentadas invariavelmente assumem as tecnologias como o cerne da abordagem e, por vezes, contemplam as ações educativas e, quase sempre esquecem do sistema de governança dedicado ao tema, o que possibilitaria transformar a gestão energética em uma política estratégica institucional, garantindo continuidade, eficácia e uniformidade nas ações. Essa constatação referenda a constatação de Filho e Vasconcelos (2022), que ao analisar as boas práticas em desenvolvimento sustentável em instituições de ensino em nível internacional concluiu que há necessidade de sistematizar o processo de gestão energética, transformando-o em uma diretriz estratégica e institucional capaz de abranger todos os campi, garantindo maior eficácia e uniformidade nas ações.

O trabalho que vem sendo desenvolvido na Universidade Federal do Amazonas tem como ponto focal o estabelecimento da governança devidamente institucionalizada em seu PGEI, aprovado no conselho superior da UFAM, o qual prevê uma instância técnica para propor e acompanhar as ações e, ainda, uma instância colegiada que delibera sobre as prioridades e apresenta recomendações para a administração superior da universidade.

As ações em curso no âmbito do PGEI visam, dentre outros, tornar as instalações da UFAM uma vitrine de boas práticas de uso racional de energia, estimulando a sociedade como um todo a adotar essas práticas. Almeja-se ainda, a redução de custos com energia em geral, o que possibilitará dispor de mais recursos para assegurar melhores condições para as atividades-fins da universidade.

É mister registrar que o projeto visa, também, promover uma mudança cultural essencial para combater o desperdício de energia, que está frequentemente associado a hábitos enraizados. Ao eliminar essa "cultura perdulária", a UFAM terá a oportunidade de se consolidar como exemplo de eficiência energética e sustentabilidade.

6. Referências

Brasil. **Resolução nº 1, de 28 de fevereiro de 2024, que aprova o Programa de Gestão Energética Institucional da UFAM.** Conselho Universitário da UFAM. Disponível em: <<https://conselhos.ufam.edu.br/images/deliberacoes/seiufam-1963624-resolucao0012024consuni.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2025.

Brasil. **Resolução nº 23, de 11 de julho de 2024, que aprova o Regimento Interno do Comitê de Energia da Universidade Federal do Amazonas (CE/UFAM).** Conselho de Administração da UFAM. Manaus-AM, 2024.

Crispim, I.M.M. **Sustentabilidade Ambiental: com Foco na Eficiência da Energia Elétrica na Universidade Federal de Goiás.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Gestão Organizacional. Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, Talão-GO, 65 p., Brasil. 2016.

University of Cambridge. **Carbon Reduction Strategy: 2020 Update.** Disponível em: <https://www.environment.admin.cam.ac.uk/files/carbon_reduction_strategy_2020_update.pdf>. Acesso: 10 fev. 2025.

Universidade de Lisboa (ULISBOA). **Plano Para a Eficiência Energética e Hídrica da Universidade de Lisboa. 2022.** Disponível em: <https://www.ulisboa.pt/sites/default/files/documents/document/default/plano_eficiencia_energetica_e_hidrica_ulisboa_2.pdf> Acesso em: 10 jan. 2025.

Universidade de São Paulo (USP). **Plano Diretor Participativo – Relatório Técnico. GT 2 – Energia.** Disponível em: <<https://planodiretor.cb.usp.br/wp-content/uploads/sites/1354/2025/01/GT2-energia-2025.pdf>>. Acesso em: 01 fev 2025.

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). **Unicamp inaugura projeto de eficiência energética na área da saúde.** Disponível em: <<https://unicamp.br/unicamp/noticias/2023/11/21/unicamp-inaugura-projeto-de-eficiencia-energetica-na-area-da-saude/>, 2023>. Acesso em: 01 fev. 2025.

Universidade Federal de Viçosa (UFV). **UFV Adota Medidas para Eficiência Energética no Campus.** Disponível em: <https://www2.dti.ufv.br/noticias/scripts/exibeNoticiaMulti.php?codNot=32575_2020>. Acesso em: 28 jan. 2025.

Universidade Federal do Pará (UFPA). **Projeto de Gestão Energética da UFPA Promove Economia de Mais de R\$ 1,5 Milhão em Recursos da Instituição.** Disponível em: <<https://portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias2/14207-projeto-de-gestao-energetica-da-ufpa-promove-economia-de-mais-de-r-1-5-milhao-em-recursos-da-instituicao, 2023>>. Acesso em: 25 jan 2025.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **UFRJ Implementa Política de Sustentabilidade para Reduzir Gastos com Água e Luz.** Disponível em: <<https://prefeitura.ufrj.br/2025/01/ufrj-implementa-politica-de-sustentabilidade-para-reduzir-gastos-com-agua-e-luz/>, 2025>. Acesso em: 28 jan. 2025.

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. **Usina Fotovoltaica de Guarulhos é Implantada.** Disponível em: <<https://portal.unifesp.br/destaques/usina-fotovoltaica-campus-guarulhos#:~:text=Foi%20inaugurada%20no%20%C3%BAltimo%20dia%2010/03%20a,Energia%20LTDA%2C%20em%20parceria%20com%20a%20universidade.>>. Acesso: 10 fev. 2025.

**AÇÕES GOVERNAMENTAIS NOS SISTEMAS ISOLADOS NA AMAZÔNIA LEGAL*****GOVERNMENT ACTIONS IN ISOLATED SYSTEMS IN THE LEGAL AMAZON***

Márcia Drumond Sardinha^{1*}, Rubem Cesar Rodrigues Souza², Cristiane Daliassi Ramos de Souza³

^{1,2,3}Universidade Federal do Amazonas, Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico (CDEAM), Manaus/AM, Brasil. E-mail: marciadrumond@ufam.edu.br

Resumo

Nas últimas duas décadas várias políticas foram desenvolvidas pelo governo federal no contexto dos Sistemas Elétricos Isolados - SISOLs motivadas, principalmente, pela redução do subsídio da Conta de Consumo de Combustível - CCC. No artigo em tela, com base em pesquisa documental, é apresentada uma breve retrospectiva histórica de tais políticas com recorte para a Amazônia Legal, que passam por ações de interligação ao Sistema Interligado Nacional, a utilização de gás natural e a penetração de fontes renováveis de energia, predominantemente a energia solar fotovoltaica. Observou-se que, embora tenha havido uma significativa redução do número de SISOLs no período de 2005 a 2024 de aproximadamente 39%, ainda há o predomínio da geração a diesel e a CCC sofreu aumento, no período de 2011 a 2024, de 53,7%. Constatou-se ainda, que as diferentes ações governamentais não possuem uma estratégia clara de desenvolvimento local, fazendo opção por soluções energéticas que não dialogam com as potencialidades energéticas locais com maior potencial de geração de emprego e renda e, tampouco, com o estímulo ao estabelecimento de uma governança local estruturada e qualificada para assegurar a concepção e implementação de políticas sustentáveis para os SISOLs.

Palavras-Chave: Sistemas Isolados. Amazônia Legal. Políticas Públicas.

Abstract

Over the last two decades, several policies have been developed by the federal government in the context of Isolated Electrical Systems - SISOLs, motivated mainly by the reduction of the Fuel Consumption Account (CCC) subsidy. In this article, based on documentary research, a brief historical retrospective of such policies is presented, with a focus on the Legal Amazon, which include actions to interconnect to the National Interconnected System, the use of natural gas and the penetration of renewable energy sources, predominantly photovoltaic solar energy. It was observed that, although there was a significant reduction in the number of SISOLs in the period from 2005 to 2024 of approximately 39%, diesel generation is still predominant and CCC increased, in the period from 2011 to 2024, by 53,7%. It was also found that the different government actions do not have a clear local development strategy, opting for energy solutions that do not engage with local energy potential with greater potential for generating employment and income, nor with the encouragement of establishing structured and qualified local governance to ensure the design and implementation of sustainable policies for SISOLs.

Keywords: Isolated Systems. Legal Amazon. Public Policies.

1. Introdução

O Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) é reconhecido como um dos mais renováveis do mundo. Em 2023, cerca de 84% da capacidade instalada teve origem renovável, com destaque para hidrelétricas, 55,1%, seguida da energia eólica, 14,4%, biomassa, 8,4%, e solar, 5,8% (EPE, 2024a). O fornecimento elétrico como serviço público no SEB se dá através do Sistema Interligado Nacional (SIN) e dos Sistemas Isolados (SISOLs).

O SIN consiste em uma malha de redes de transmissão dividida em quatro subsistemas interconectados que abastecem e fazem intercâmbio energético entre as regiões brasileiras. Em 2023, o SIN, de matriz elétrica majoritariamente renovável, atendeu uma carga de aproximadamente 80.000 MWmed (ONS, 2025). Em contrapartida, os SISOLs apresentaram previsão de carga para 2023 de 422 MWmed, o que não ultrapassa 0,5% da carga nacional (ONS, 2022).

Já os SISOLs são sistemas elétricos de serviço público responsáveis pela distribuição de energia elétrica às localidades desconectadas do SIN, por razões técnicas ou econômicas (BRASIL, 2010). Esses sistemas desempenham um papel crucial em áreas de difícil acesso, sobretudo na Amazônia Legal (AmL), onde a expansão das redes de transmissão é desafiadora devido às características geográficas, baixa densidade populacional e grande dispersão territorial.

A matriz elétrica dos SISOLs é majoritariamente térmica e de origem fóssil. Em 2025, a previsão de geração térmica própria dos agentes, que está apta ao reembolso pela Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), representa cerca de 8% da previsão de geração térmica total, consumindo 61.875 m³ (metros cúbicos) de óleo diesel e 15,5 MMm³ (milhões de metros cúbicos) de gás natural (ONS, 2024a).

Os SISOLs fazem parte da história da eletrificação da AmL e ainda devem persistir no cenário elétrico da região por tempo indeterminado, devido às peculiaridades ambientais, culturais e econômicas, o que evidencia a necessidade de tornar os sistemas autosustentáveis econômica e ambientalmente. Em 2025, há 175 SISOLs, dos quais apenas 1 não está localizado na Amazônia.

O cenário elétrico da AmL passou por profundas transformações que influenciaram direta e indiretamente os SISOLs, notavelmente a partir dos anos 2000, quando ações governamentais de ampliação do acesso à eletricidade foram implementadas. Entretanto, apesar dos avanços na AmL, a região persiste com os menores índices de eletrificação do país, logo a transição

energética dos SISOLs é essencial para ampliar o acesso à energia limpa, cumprindo o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 - Energia Limpa e Acessível.

2. Metodologia

Uma análise retrospectiva e descritiva foi realizada com o intuito de identificar as principais ações governamentais que impactaram os SISOLs na AmL ao longo dos últimos 20 anos, desde o lançamento do Programa Luz para Todos (LpT).

As principais ações governamentais que influenciaram os SISOLs foram identificadas mediante revisão de relatórios oficiais do governo, legislação pertinente, e análise de obras e documentos especializados sobre os SISOLs. Os dados relacionados aos SISOLs, entre 2004 até 2017, foram extraídos dos relatórios do Grupo Técnico Operacional da Região Norte (GTON), responsável pelo planejamento dos SISOLs até 2017. A partir de 2018, os dados foram extraídos dos relatórios do Planejamento Anual da Operação Energética dos SISOLs (PEN SISOL), divulgados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Dados complementares às análises também foram extraídos dos balanços energéticos disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Verificou-se que há algumas divergências de informações, dentre as referências bibliográficas, sobre os sistemas isolados. A EPE lançou, em 2024, o Portal de Acompanhamento e Informações dos Sistemas Isolados – PASI/EPE, o qual reúne diversas informações relevantes dos SISOLs e em formato interativo para amplo acesso à sociedade, reduzindo assimetria de informação. No entanto, no painel, ainda não há registro de informações anteriores a 2023.

3. Ações Governamentais que impactaram os SISOLs

Ao longo das últimas décadas várias ações emanadas do governo federal foram desenvolvidas no âmbito dos Sistemas Isolados. A seguir é apresentada uma síntese dessas ações.

3.1. Interligações ao SIN

Em 2004, considerando os estados que faziam parte do SISOL, apenas as capitais dos estados do Pará e Mato Grosso, estavam interligadas ao SIN. A partir de 2009 algumas capitais e municípios já se encontravam interligados.

O Sistema Porto Velho – Rio Branco foi interligado ao SIN por meio da LT Vilhena – Jauru em 230 kV, em 23 de outubro de 2009. No mesmo ano alguns sistemas do Mato Grosso também foram interligados, a saber: Apiacás, Nova Bandeirantes e Nova Monte Verde, conforme Eletrobras (2009, 2010). De acordo com Eletrobras (2012), no Mato Grosso, houve

a interligação ao SIN, em 27 de novembro de 2011, das PCH Aripuanã, Faxinal I e Faxinal II que compõem o sistema Aripuanã.

A capital Manaus foi interligada em julho de 2013, conforme Eletrobras (2013a, 2013b, 2014), por meio da LT Tucuruí-Manaus, estando o Sistema Manaus plenamente integrado ao SIN no final de 2014. A última capital interligada, segundo Eletrobras (2015), foi o Sistema Macapá em março de 2015.

Em 2023, o estado do Mato Grosso passou a ser atendido integralmente pelo SIN após a interligação da localidade Guariba (ONS, 2022). Em 04 de agosto de 2023 foram interligados ao SIN os municípios de Parintins e Itacoatiara, no Amazonas, e Juruti, no Pará.

Há ainda a previsão de interligação de mais nove sistemas localizados nos estados do Acre, Amazonas e Pará (ONS, 2024a).

Por fim, destaca-se que Boa Vista é a única capital do país que não faz parte do SIN. Está dependendo da conclusão do projeto do Sistema de Transmissão denominado Interligação Manaus – Boa Vista que tem como objetivo interligar o Estado de Roraima ao SIN (ONS, 2024a).

3.2. Inserção do gás natural na matriz elétrica

Com a inauguração do gasoduto Urucu-Coari-Manaus, em 2009, houve a possibilidade do uso do gás natural para ser utilizado como combustível para as unidades geradoras de energia elétrica no Amazonas.

Segundo Câmara dos Deputados (2007), o gasoduto possui 671 km e seu traçado contempla oito municípios, a saber: Coari, Codajás, Anori, Anamã, Caapiranga, Manacapuru, Iranduba e Manaus. O gasoduto transportará 5,5 milhões de m³ por dia de gás natural que abastecerá termelétricas em Manaus e nos demais municípios por onde se estenderá.

Ressalta-se que a substituição de geração de energia elétrica utilizando óleo para gás natural, representou expressivo ganho ambiental para o país, pois irá reduzir significativamente a emissão de gases poluentes, em especial o dióxido de carbono (CO₂), contribuindo para a redução do efeito estufa (Eletrobras, 2011).

De acordo com Eletrobras (2010), Manaus iniciou o uso do gás natural em algumas das usinas térmicas em 2010. Foi prevista para o Sistema Manaus a geração térmica utilizando o gás natural de Urucu em 4 unidades geradoras dos PIEs e 4 unidades geradoras da Amazonas Energia. Ressalta-se que ainda nestas unidades serão utilizados óleo diesel, associado ao gás natural, para a partida e operação em regime permanente (piloto) das unidades geradoras dos PIES.

Desde o final de 2009, estava em curso a conversão para gás natural de parte do parque gerador térmico que atende à cidade de Manaus. Após o término das conversões, previsto para o final de maio de 2011, as unidades convertidas corresponderão a cerca de 40% do parque térmico instalado em Manaus. Além da linha tronco, o gasoduto conta também com ramais para atendimento às cidades de Anamá, Anori, Caapiranga e Codajás (Eletrobras, 2011).

De acordo com Eletrobras (2012), a partir de janeiro de 2012 estava prevista geração térmica utilizando gás natural nas UTE dos sistemas Anamá, Anori, Caapiranga e Codajás. Além destes sistemas, existia a previsão de entrada em operação, durante o ano de 2019, de um PIE para atender a localidade de Coari (ONS, 2018). Além destes cinco municípios, não houve inclusão de novos sistemas no Amazonas, segundo ONS (2022).

Além do Amazonas, apenas para a capital de Roraima há previsão de uso de gás natural para a geração térmica na UTE Jaguatirica II, em decorrência do Leilão nº 001/2019, de acordo com ONS (2024a).

3.3. Leilões de energia e potência

Em atendimento ao marco regulatório para os Sistemas Isolados estabelecido pela Lei nº 12.111 (Brasil, 2009), e regulamentada pelo Decreto nº 7.246/2010, Eletrobras (2012) ressalta que devem ser buscadas a eficiência econômica e energética, a mitigação dos impactos ambientais e a utilização de recursos energéticos locais na prestação dos serviços pelas empresas distribuidoras. Para garantir a eficiência econômica, os agentes de distribuição de energia elétrica deverão atender à totalidade dos seus mercados nos sistemas isolados por meio de licitação, na modalidade de concorrência ou de leilões, nos moldes daqueles praticados no SIN, o que irá proporcionar maior transparência, maior competitividade e mais incentivos à utilização dos recursos e fontes energéticas.

Assim, alguns leilões foram realizados a partir de 2014. De acordo com Eletrobras (2015), foram realizados os Leilões nº 001/2014-ANEEL e nº 010/2015 - ANEEL, havendo a previsão de contratação de energia em 2016, para atender os estados do Acre, Amapá e Rondônia, com o montante total de 562.672 MW/h. Tanto para os 9 sistemas do Acre quanto para os 26 sistemas de Rondônia, a partir de 2017, foi considerado que todo o atendimento é realizado pelos PIE vencedores do leilão.

Segundo Eletrobras (2016), em seguida, ocorreu o leilão nº 002/2016 – ANEEL para atender o interior do Amazonas e do Pará, com a contratação prevista de 1.248.941 MW/h. Quanto ao Amazonas, para o atendimento a diversos SISOLs do estado havia a previsão de

entrada em operação comercial em agosto de 2017. Enquanto para os SISOLs do Pará a previsão era janeiro de 2017.

No entanto, segundo ONS (2017, 2019), houve atraso na entrada em operação para os empreendimentos dos lotes para atendimento ao estado do Amazonas. Segundo ONS (2019), o atraso na substituição da geração atual por soluções mais eficientes, nestas localidades, trará impactos financeiros significativos para o orçamento do ano de 2020. Em 2020, do total de 84 empreendimentos previstos para entrar em operação, ainda havia 45 empreendimentos faltantes.

Tais empreendimentos, ao longo do tempo, foram entrando em operação e segundo ONS (2022), ainda existe um remanescente, a UTE Iauaretê – COE, com previsão de entrada para março de 2023.

Foi realizado em 2019 o Leilão nº 001/2019 para suprimento de energia ao estado de Roraima, com 9 empreendimentos vencedores, dentre os quais 7 estavam previstos para entrar em operação ao longo de 2021 e 2022. No ano de 2023, as usinas últimas usinas começaram a entrar em operação em Roraima, e as usinas existentes foram gradualmente desativadas, de modo a não comprometer a segurança eletroenergética do atendimento ao estado de Roraima (ONS,2021).

De acordo com ONS (2021, 2024b), o Leilão nº 003/2021, ocorrido em 30/04/2021, iria atender 23 localidades nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. Sendo que, diferente dos demais estados, para as localidades do Acre (Cruzeiro do Sul, Feijó e Tarauacá) estava prevista a interligação ao SIN, o qual foi concluída em dezembro de 2024.

O próximo leilão a ser realizado está previsto para setembro de 2025, o qual atenderá 10 localidades do Amazonas e 1 do Pará, conforme Portaria Normativa GM/MME_nº_92/2024.

3.4. Programas de Universalização do Acesso à Eletricidade

Os programas de universalização do acesso ao serviço de energia elétrica que apresentaram resultados significativos foram o Programa Luz para Todos e o Programa Mais Luz para a Amazônia. O primeiro, à época do lançamento, tinha como foco o atendimento ao meio rural e o segundo, lançado em 2022, contemplou o atendimento às regiões remotas da AmL.

3.4.1. Luz para Todos

O Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS", instituído pelo Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003, foi destinado a

propiciar, até o ano de 2008, o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possuía acesso a esse serviço público.

Os recursos para o custeio do Programa Luz para Todos – LpT serão oriundos da Conta de Desenvolvimento Energético - CDE, da Reserva Global de Reversão - RGR, de agentes do setor elétrico, da participação dos Estados, Municípios e outros destinados ao Programa.

O LpT, sob coordenação do MME e operacionalizado pela Eletrobras, teve como prioridades de atendimento a: i) municípios com índice de atendimento inferior a 85%; ii) projetos de eletrificação rural que beneficiem populações atingidas por barragens; iii) projetos de eletrificação rural que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado; iv) projetos de eletrificação rural em escolas públicas, postos de saúde e poços de abastecimento d'água; v) projetos de eletrificação rural que visem atender assentamentos rurais; e vi - projetos de eletrificação para o desenvolvimento da agricultura familiar.

Serão contempladas como alternativa de atendimento da execução do LpT, a extensão de redes convencionais e ainda os sistemas de geração descentralizados, com redes isoladas ou sistemas individuais, nos termos do manual de operacionalização.

De acordo com MME (2023), ao longo da execução do LpT as metas e prazos foram modificados devida a necessidade de atender um número maior de famílias, e, também, pelas dificuldades ocasionadas pela baixa densidade populacional e pela distância das redes de distribuição de energia elétrica.

Na busca pela melhoria no atendimento aos consumidores das áreas remotas, o MME instituiu por meio da Portaria nº 6, os Projetos Especiais, para eletrificação utilizando fontes renováveis de energia. A partir disto, em 2015, por meio do Decreto nº 8.493, foram estabelecidas as condições para o atendimento às regiões remotas dos SISOLs, com critérios técnicos e financeiros específicos para o atendimento por meio de geração de energia elétrica descentralizada.

Os principais agentes participantes do LpT são: MME (coordenação), Eletrobras (operacionalização), ANEEL (regulamentação, fiscalização das metas e aprovação do orçamento do CDE do programa), Caixa Econômica Federal (linhas de crédito aos agentes executores).

Os resultados, referentes ao período de 2004 a 2019, segundo Eletrobras (2019) são aproximadamente 3,4 milhões de ligações beneficiando mais de 16,5 milhões de pessoas distribuídas em 5.426 municípios. Os investimentos previstos totalizavam R\$ 26,01 bilhões.

Em 04 de agosto de 2023, por meio do Decreto nº 11.628, o LpT foi relançado. Em sua finalidade, além do atendimento à população do meio rural, está explícito o atendimento à população residente em regiões remotas da AmL. Alguns dos objetivos são o acesso e o uso da energia elétrica à população residente no meio rural, por meio de extensão de redes, e em regiões remotas da Amazônia Legal, por meio de sistemas isolados de geração de energia elétrica.

O LpT terá as seguintes vigências para a realização dos atendimentos: 31 de dezembro de 2026, para a população do meio rural; e 31 de dezembro de 2028, para a população residente em regiões remotas da Amazônia Legal.

Segundo a ENBPARG (2025), em 2024, 240 mil pessoas foram atendidas com o fornecimento de energia elétrica, principalmente na Amazônia Legal, e o total de investimentos foi de R\$ 1,7 bilhão. Há previsão, em 2025, de 63 mil novas ligações para atender regiões remotas da Amazônia Legal, representando 71% da meta para o Brasil.

3.4.2. Mais Luz para a Amazônia

Para a universalização do serviço de energia elétrica para a população localizada nas áreas remotas da AmL foi criado, pelo Decreto nº 10.221, de 05 de fevereiro de 2020, o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal - Mais Luz para a Amazônia (MLA). Tal como o LpT, o MLA também visou o desenvolvimento social e econômico destas comunidades.

O MLA considera como beneficiárias tanto a população sem acesso à energia elétrica, quanto os consumidores que sejam atendidos por energia elétrica não renovável. As prioridades para o atendimento são: i) famílias de baixa renda inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal; ii) famílias beneficiárias de programas de governo federal, estadual ou municipal que tenham por objeto o desenvolvimento social e econômico; iii) assentamentos rurais, as comunidades indígenas, os territórios quilombolas e as demais comunidades localizadas em reservas extrativistas ou impactadas diretamente por empreendimentos de geração ou de transmissão de energia elétrica cuja responsabilidade não seja do próprio concessionário; iv) as escolas, os postos de saúde e os poços de água comunitários; e v) as famílias residentes em unidades de conservação.

Quanto às metas e prazos, o MME definirá de acordo com as metas de universalização estabelecidas pela ANEEL. Além disso, as concessionárias, as permissionárias e as autorizadas de serviço público de instalações de distribuição de energia elétrica que atuam na Amazônia Legal ficam obrigadas a aderir ao MLA. À ANEEL verificará o cumprimento das metas

definidas, em periodicidade, no máximo, igual àquela estabelecida nos contratos de concessão para cada revisão tarifária, de modo que os desvios repercutam no resultado dos processos tarifários, conforme regulamentação editada pela Aneel.

De acordo com Ferreira & Silva (2021), as metas estabelecidas pela ANEEL foram 14.851 e 15.633 ligações para, respectivamente, 2021 e 2022; totalizando 30.767 ligações.

Destaca-se que os atendimentos nas regiões remotas serão realizados por meio de fontes renováveis de geração de energia elétrica, com vistas a integrar a eficiência energética às opções tecnológicas estabelecidas no manual de operacionalização do Programa Mais Luz para a Amazônia, a ser editado pelo MME.

Os recursos necessários ao custeio do Programa Mais Luz para a Amazônia serão oriundos: de agentes do setor elétrico, da CDE e de outras fontes a serem regulamentadas pelo MME.

De acordo com Serviços e Informações do Brasil (2022), o MLA ultrapassou, em dezembro de 2022, a marca de 44 mil pessoas beneficiadas. Segundo dados do MME, ao todo, o programa atendeu, mais de 11 mil famílias. Em dezembro de 2022, o MLA também concluiu o programa de Obras da Equatorial Energia Pará, atendendo 9 mil famílias no Arquipélago do Marajó, um total de 36 mil pessoas beneficiadas com acesso à energia elétrica.

Inicialmente a vigência do MLA seria até 31 de dezembro de 2022, sendo prorrogado posteriormente para até 31 de dezembro de 2030. Em 2023, o Decreto nº 11.628 revogou o decreto que criou o MLA, no entanto, o LpT será responsável pelo atendimento também aos beneficiários citados acima.

4. Considerações finais

As ações destinadas ao atendimento dos SISOLs estiveram alicerçadas na redução e do subsídio da Conta de Consumo de Combustível e, mais recentemente, no objetivo de descarbonização destes.

Em que pese a região apresentar os menores índices de desenvolvimento humano, as políticas para os SISOL quando muito, contemplaram precariamente essa questão. O mesmo ocorre quando se fala da disponibilidade de uma diversidade de recursos energéticos renováveis cujo aproveitamento tem sido negligenciado, embora recentemente esteja sendo feito aproveitamento de energia solar fotovoltaico, porém, deixando de aproveitar outros recursos com maior potencial de geração de emprego e renda. Essa problemática é destacada por Souza

(2024a) e Souza (2024b), onde o autor também evidencia que não é contemplada a estruturação da governança da temática energética em nível municipal e estadual.

Para referendar essa assertiva, no período de 2005 a 2020, o crescimento do número de consumidores residenciais no interior estado do Amazonas, que concentra a maior parte dos SISOLs, foi de 8,11% ao ano. Nesse mesmo período a evolução do consumo de energia elétrica se deu a uma taxa de 17% ao ano. De outro lado, a evolução da geração de riqueza no interior não acompanhou a mesma dinâmica, como pode ser visto na Figura 1, onde é visível o baixo crescimento do Produto Interno Bruto do interior do Amazonas, bem como, a disparidade desse comportamento quando comparado com a capital do Estado, Manaus.

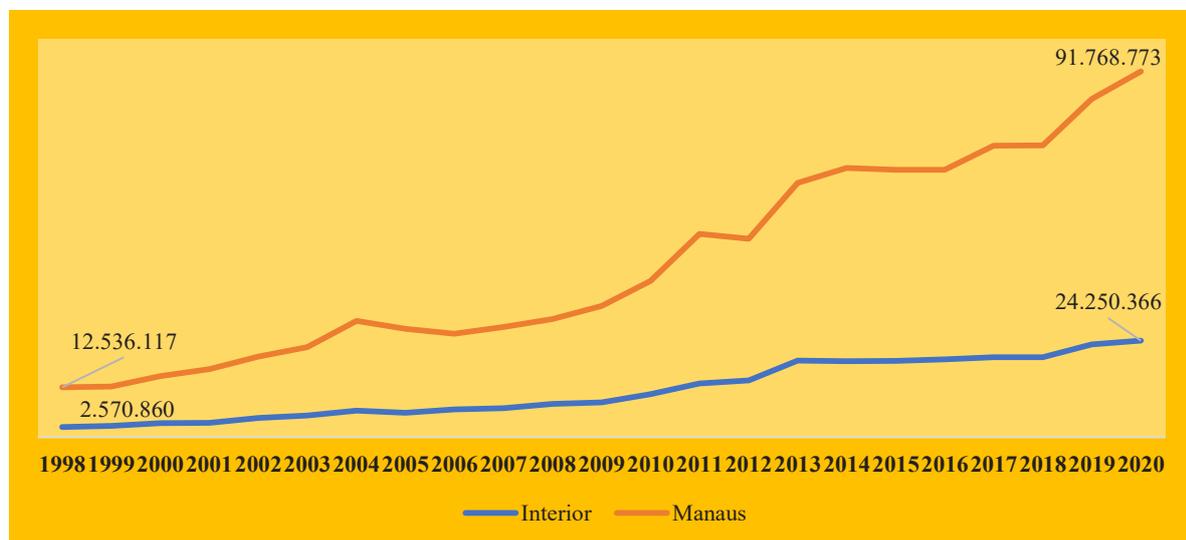


Figura 1. Evolução do PIB no Estado do Amazonas em 23 anos (x R\$ 1.000,00).
Fonte: SEDECTI (2025).

Conforme EPE (2024b), as emissões de gases de efeito estufa (GEE) dos SISOL no ano de 2024 foram de 2,793 MtCO₂/ano. Por sua vez, o Observatório do Clima (2025), informa que, no ano de 2023, somente no estado do Amazonas as emissões de GEE devido a mudança do uso da terra e floresta foram de 77,261 MtCO₂/ano, portanto, quase 28 vezes mais que as emissões de GEE devido aos SISOLs.

É oportuno observar que no ano de 2005 havia 323 SISOLs e em 2004 caiu para 175, portanto, uma redução em torno de 46%. No entanto, o subsídio da CCC no período de 2011 a 2024, sofreu aumento da ordem de 53,7%. Nesse cálculo fez-se a correção monetária do valor da CCC em 2011 pelo Índice de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA).

Referências

BRASIL. **Lei nº 12.111, de 9 de dezembro de 2009, que dispõe sobre os serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados; altera as Leis nº 9.991 [...]; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, 10 de dez. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112111.htm>. Acesso em: 29/11/2023. 2009.

_____. **Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003, que institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS" e dá outras providências.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4873.htm>. Acesso em: 08/11/2023. 2003.

Câmara dos Deputados (2007). **Gasoduto Coari-Manaus e Província Petrolífera de Urucu: Um marco no Desenvolvimento do País.** Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cindra/publicacoes/gasoduto-coari-manaus-e-provincia-petrolifera-de-urucu>>. Acesso em: 11/2023.

Eletrobras. Centrais Elétricas Brasileiras S.A (2009). **Plano de Operação 2009 - Sistemas Isolados.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2010). **Plano de Operação 2010 - Sistemas Isolados.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2011). **Plano de Operação 2011 - Sistemas Isolados.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso: outubro/2023.

_____. (2012). **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2012.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2013a). **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2013.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2013b). **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2014.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2014). **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2015.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2015). **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2016.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2016). **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2017.** Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Planejamento.aspx>>. Acesso em: 10/2023.

ENBPar. Empresa Brasileira de Participantes em Energia Nuclear e Binacional. **ENBPar ultrapassou em 17% a meta de novas ligações do programa Luz para Todos em 2024.** Disponível em: <https://enbpar.gov.br/enbpar-ultrapassou-em-17-a-meta-de-novas-ligacoes-do-programa-luz-para-todos-em-2024/>>. Acesso em: 02/06/2025.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (2024a). **Balço Energético Nacional 2024.** Rio de Janeiro. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-723/BEN2024.pdf> >. Acesso em: 01/06/2025.

_____. (2024b). **Planejamento do Atendimento aos Sistemas Isolados – Ciclo 2024 - Horizonte 2025 a 2029.** Brasília. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites->

pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-863/Caderno_Planejamento_%20SISOL_Ciclo%202024.pdf>. Acesso em: 02/05/2025.

FERREIRA, A.L.; SILVA, F.B.. Universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica no Brasil: evolução recente e desafios para a Amazônia Legal. *Revista Brasileira de Energia*. Vol. 27, nº 3, 2021.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Programa Luz para Todos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/Programa%20Luz%20para%20Todos/sobre-o-programa>>. Acesso em: 10/2023.

Observatório do Clima. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)**. Disponível em: <[https://plataforma.seeg.eco.br/?yearRange%5B0%5D=1990&yearRange%5B1%5D=2023&missionType%5B0%5D=1&gas=8&groupBy=Sector&rankBy=State&filtersTab=highlights&statisticsTab=historical&_gl=1%2Ae8jp0m%2A_ga%2AMjAxMzg0NjY4LjE3NDczMzEzNDk.%2A_ga_XZWSWEJDWQ%2AczE3NDk5MTIyNDcjbzZzAkDE3NDk5MTIyNDc](https://plataforma.seeg.eco.br/?yearRange%5B0%5D=1990&yearRange%5B1%5D=2023&missionType%5B0%5D=1&gas=8&groupBy=Sector&rankBy=State&filtersTab=highlights&statisticsTab=historical&_gl=1%2Ae8jp0m%2A_ga%2AMjAxMzg0NjY4LjE3NDczMzEzNDk.%2A_ga_XZWSWEJDWQ%2AczE3NDk5MTIyNDcjbzZzAkDE3NDk5MTIyNDc%2A_ga_XZWSWEJDWQ%2AczE3NDk5MTIyNDcjbzZzAkDE3NDk5MTIyNDc)>. Acesso em: 14 abr 2025.

ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Carga de Energia**. Disponível em: <https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/carga_energia.aspx>. Acesso em: 02/06/2025.

_____. (2017). **Plano Anual de Operação Energética dos Sistemas Isolados para 2018**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2018). **Plano Anual de Operação Energética dos Sistemas Isolados para 2019**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2019). **Plano Anual de Operação Energética dos Sistemas Isolados para 2020**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2021). **Plano Anual de Operação Energética dos Sistemas Isolados para 2022**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>>. Acesso em: 10/2023.

_____. (2022). **Plano Anual da Operação Energética dos Sistemas Isolados para 2023**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/RT-ONS%20DPL%200528-2022%20-%20PEN%20SISOL%202023.pdf>>. Acesso em: 21/09/2023.

_____. (2024a). **Plano Anual de Operação Energética dos Sistemas Isolados para 2025**. Rio de Janeiro, Outubro. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>>. Acesso em: 02/06/2025.

_____. (2024b). **ONS: região de Cruzeiro do Sul no Acre é incorporada ao Sistema Interligado Nacional (SIN)**. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/details.aspx?i=11020>>. Acesso em: 02/06/2025.

SEDECTI. Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação. **Portal do Planejamento**. Disponível em: <<https://portaldoplanejamento.am.gov.br/produtos/>>. Acesso em: 20/02/2025.

Serviços e Informações do Brasil (2022). **Programa Mais Luz para a Amazônia chega à marca de 44 mil pessoas beneficiadas.** Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/12/programa-mais-luz-para-a-amazonia-chega-a-marca-de-44-mil-pessoas>>. Acesso em: 11/2023.



UFAM



FORMA PERMANENTE DE Energia da UFAM