



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**OS SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS: IMPACTO
SOCIOECONÔMICO NAS COMUNIDADES RURAIS DO
AMAZONAS NO PERCURSO DO LINHÃO DE TUCURUÍ
E ADJACÊNCIAS**

Aline dos Santos Atherly Pedraça

Manaus – Amazonas

Janeiro de 2025

Aline dos Santos Atherly Pedraça

**OS SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS: IMPACTO
SOCIOECONÔMICO NAS COMUNIDADES RURAIS DO
AMAZONAS NO PERCURSO DO LINHÃO DE TUCURUÍ
E ADJACÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Sistemas de Controle e de Automação Modernos.

Prof. D.Sc. Ozenir Farah da Rocha Dias (orientador)

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P371s Pedraça, Aline dos Santos Atherly
Os sistemas elétricos isolados : impacto socioeconômico nas comunidades rurais do Amazonas no percurso do linhão de Tucuruí e adjacências / Aline dos Santos Atherly Pedraça . 2025
126 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Ozenir Farah da Rocha Dias
Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Linha de Transmissão. 2. Sistemas Isolados. 3. Comunidades Rurais. 4. Energia Elétrica. I. Dias, Ozenir Farah da Rocha. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

FOLHA DE APROVAÇÃO

Poder Executivo Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, nº 3.000 - Campus Universitário, Setor Norte - Coroado, Pavilhão do CETELI. Fone/Fax (92) 99271-8954 Ramal:2607. E-mail: ppgee@ufam.edu.br

ALINE DOS SANTOS ATHERLY PEDRAÇA

OS SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS: IMPACTO SOCIECONÔMICO NAS COMUNIDADES RURAIS DO AMAZONAS NO PERCURSO DO LINHA DE TUCURUÍ E ADJACÊNCIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica na área de concentração Controle e Automação de Sistemas.

Aprovada em 22 de janeiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ozenir Farah da Rocha Dias - Presidente
Prof. Dr. Victor Pellanda Dardengo - Membro Titular 1 - Externo
Prof. Dr. Florindo Antônio de Carvalho Ayres Junior - Membro Titular 2 - Interno

Manaus, 16 de janeiro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Victor Pellanda Dardengo, Usuário Externo**, em 28/01/2025, às 10:27, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ozenir Farah da Rocha Dias, Professor do Magistério Superior**, em 29/01/2025, às 15:43, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Florindo Antonio de Carvalho Ayres Júnior, Professor do Magistério Superior**, em 31/01/2025, às 09:15, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2411221** e o código CRC **57598D0B**.

Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, nº 3.000 - Bairro Coroado Campus Universitário, Setor Norte -
Telefone: 99271-8954
CEP 69080-900 Manaus/AM - Pavilhão do CETELI. E-mail: ppgee@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.000963/2025-05

SEI nº 2411221

Criado por [31183646291](#), versão 2 por [31183646291](#) em 16/01/2025 08:47:55.

Agradecimentos

- Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, força e fé que me guiaram até aqui.
- À minha família, pelo apoio constante e encorajamento nesta caminhada.
- A Hadassa Luiza, minha neta, pelo apoio incondicional nas madrugadas de estudo, por cada copo com água trazido, o frasco de creme para massagear os pés, você foi decisiva nessa jornada.
- Ao professor Ozenir Dias, por sua orientação e auxílio fundamental ao longo desta etapa.
- Aos amigos, pela companhia, conselhos e apoio durante toda jornada.
- Agradeço profundamente a todos os colaboradores e profissionais da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), desde os zeladores até os ocupantes dos cargos mais elevados, pela valiosa contribuição durante nossa estada e pelo suporte indispensável que nos foi oferecido.
- A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo suporte com a bolsa de estudos, muito obrigada.

Resumo da Dissertação apresentada à UFAM como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica

OS SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS: IMPACTO SOCIOECONÔMICO NAS
COMUNIDADES RURAIS DO AMAZONAS NO PERCURSO DO LINHÃO DE
TUCURUÍ E ADJACÊNCIAS

Aline dos Santos Atherly Pedraça

Orientador: Prof. D.Sc. Ozenir Farah da Rocha Dias

Programa: Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

A integração energética da Amazônia, especialmente em regiões de difícil acesso, como comunidades rurais situadas na rota do linhão de Tucuruí e adjacências, é desafiadora. O avanço tecnológico e a necessidade crescente de energia elétrica limpa visando promover o desenvolvimento e criar oportunidades, muitas comunidades permanecem excluídas ou atendidas de maneira parcial. Os investimentos concentram-se nos grandes centros, deixando áreas vulneráveis desassistidas ou com baixo nível de acesso. Este trabalho investigou o impacto socioeconômico do Sistema Elétrico Isolado nessas comunidades, identificando as peculiaridades das populações afetadas. Foi constatado que, apesar de estarem próximas à infraestrutura energética, as famílias ribeirinhas sofrem com a intermitência no fornecimento de energia, o que prejudica a educação, a saúde e o comércio local, afetando profundamente a qualidade de vida. A insatisfação com a baixa qualidade da energia e a dependência de sistemas termelétricos ineficientes é evidente. O estudo propõe formas de compensação para minimizar esses impactos, visando melhorar a vida dessas populações e contribuir para uma eletrificação mais justa.

Palavras-Chave: Linha de Transmissão. Sistemas Isolados. Comunidades Rurais. Energia Elétrica.

Abstract of Dissertation presented to UFAM as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Electrical Engineering

ISOLATED ELECTRICAL SYSTEMS: SOCIOECONOMIC IMPACT ON RURAL
COMMUNITIES IN AMAZONAS ALONG THE TUCURUÍ LINE AND
SURROUNDING AREAS

Aline dos Santos Atherly Pedraça

Advisors: Prof. D.Sc. Ozenir Farah da Rocha Dias

Department: Postgraduate in Electrical Engineering

The energy integration of the Amazon, especially in regions that are difficult to access, such as rural communities located on the Tucuruí line route and surroundings, is challenging. Technological advancement and the growing need for clean electricity to promote development and create opportunities, many communities remain excluded or partially served. Investments are concentrated in large centers, leaving vulnerable areas unassisted or with a low level of access. This work investigated the socioeconomic impact of the Isolated Electric System in these communities, identifying the peculiarities of the affected populations. It was found that, despite being close to the energy infrastructure, riverside families suffer from the intermittent supply of energy, which harms education, health and local commerce, deeply affecting the quality of life. Dissatisfaction with the low quality of energy and dependence on inefficient thermoelectric systems is evident. The study proposes forms of compensation to minimize these impacts, aiming to improve the lives of these populations and contribute to a fairer electrification.

Keywords: Transmission Line. Isolated Systems. Rural Communities. Electrical energy.

Lista de Figuras

Figura 1 - Diagrama de blocos do SEP [47] – Adaptado	31
Figura 2 - Localização dos Sistemas elétricos isolados no Brasil [2]	35
Figura 3 - Sistemas Isolados e regiões Remotas [58].....	36
Figura 4 - Os sistemas Isolados no Contexto Brasileiro [2].....	37
Figura 5 - Trajeto em território amazonense do Linhão de Tucuruí [66]	40
Figura 6 - (A)- A localização de Castanhal e do Município de Urucará AM em relação a Manaus; (B)- A localização de Nossa Senhora de Fátima; Julião e Colônia Central [67].....	41
Figura 7 - Mapa Geoelétrico – Rede de Operação Norte -Nordeste 2019. Entrada no território de Nhamundá/AM [2].....	55
Figura 8 - (A) Linha de transmissão em Parintins, Margem direita do rio Amazonas (B) Central Termelétrica atual em Distrito de Caburi. (C) Antiga central e escritório da companhia na localidade de Caburi-AM [88].....	56
Figura 9- (A) Trajeto da Linha de transmissão no Território de Urucará. (B) Vista do Alto da Central Termelétrica de Urucará. (C) Recortes da Comunidade de Castanhal [88]	58
Figura 10 - Produtos de origem animal para a subsistência rural [88].....	62
Figura 11 - A extração vegetal e a economia rural [88].....	63
Figura 12: Vista da Comunidade Castanhal- Urucará- AM.(Anexo).....	124
Figura 13 - Acesso via Terrestre a Comunidade Castanhal – Urucará -AM(Anexo)	124
Figura 14- Vista da entrada da Comunidade Castanhal- Urucará-AM.(Anexo).....	124
Figura 15: Placa no Posto de Saúde em Castanhal – Urucará AM.(Anexo).....	125
Figura 16- Vista do Porto da Comunidade Julião- RDS BioTupé. (Anexo).....	125
Figura 17 - Vista Instalações elétricas em Julião – RDS BioTupé (Anexo)	125

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resumo dos SEI no contexto mundial.....	24
Tabela 2 - Resumo dos SEI no contexto brasileiro.....	27
Tabela 3 - Cálculo da amostra	48
Tabela 4 - A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí?	65
Tabela 5 - Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?	66
Tabela 6 - A estrutura atual dos Sistemas Elétricos Isolados em sua comunidade é suficiente para atender a todas as necessidades energéticas locais?	68
Tabela 7 - Sua comunidade tem acesso a recursos sustentáveis que poderiam ser usados para melhorar a oferta de energia elétrica de forma mais eficiente e ecologicamente corretas?	70
Tabela 8 - A falta de uma oferta constante e confiável de energia elétrica nos SEI ou SIN da sua comunidade contribui para a vulnerabilidade social e econômica dos moradores?	71
Tabela 9- As atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do Amazonas, no percurso do linhão de Tucuruí e adjacências, refletem as informações que veiculam nas mídias da imprensa e propagandas governamentais?	74
Tabela 10 - Você considera viável para as operadoras da rede de transmissão instalar sistemas de energia solar em comunidades rurais ao longo do linhão de Tucuruí e adjacências?	78
Tabela 11 - Você concorda que as parcerias com ONGs e governos locais podem garantir a capacitação dos moradores para operarem e manterem os sistemas de energia renovável instalados?.....	80
Tabela 12 - A instalação do Linhão de Tucuruí melhorou significativamente a qualidade de vida na sua comunidade?	87
Tabela 13 - A sua comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí?	88
Tabela 14 - A forma de geração de energia praticada - SEI ou SIN - na comunidade, contribui para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e bem-estar social?	93
Tabela 15 - Você considera que a implementação do linhão de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas?	95

Tabela 16 - Numa escala temporal de aplicação da integração nacional com energia elétrica, em sua comunidade, analisando o passado e o presente, que nota você daria para as vantagens adicionadas com a eletrificação das localidades	96
Tabela 17 - Resumo das Percepções sobre o Impacto Socioeconômico do Linhão de Tucuruí e adjacências	97
Tabela 18 - Possibilidades de soluções energéticas para a região	103

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?	67
Gráfico 2 - A estrutura atual dos Sistemas Elétricos Isolados em sua comunidade é suficiente para atender a todas as necessidades energéticas locais?	69
Gráfico 3 - Sua comunidade tem acesso a recursos sustentáveis que poderiam ser usados para melhorar a oferta de energia elétrica de forma mais eficiente e ecologicamente corretas?.....	70
Gráfico 4 - A falta de uma oferta constante e confiável de energia elétrica nos SEI ou SIN da sua comunidade contribui para a vulnerabilidade social e econômica dos moradores?.....	72
Gráfico 5 - Como você avalia o aspecto socioambiental do sistema de energização rural em sua localidade?	74
Gráfico 6 - As atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do Amazonas, no percurso do linhão de Tucuruí e adjacências, refletem as informações que veiculam nas mídias da imprensa e propagandas governamentais?	75
Gráfico 7 - Você considera viável para as operadoras da rede de transmissão instalar sistemas de energia solar em comunidades rurais ao longo do linhão de Tucuruí e adjacências? . . .	79
Gráfico 8 - Você concorda que as parcerias com ONGs e governos locais podem garantir a capacitação dos moradores para operarem e manterem os sistemas de energia renovável instalados?.....	80
Gráfico 9 - Na sua comunidade, em face do fornecimento de energia elétrica, a falta de energia mais longa ocorrida foi de?	82
Gráfico 10 - Com relação à manutenção de alimentos, medicamentos, educação, quando ocorre a falta inesperada de energia em períodos mais prolongados, como vocês conseguem agir?	83
Gráfico 11 – Senhor (a), quando falta energia elétrica na comunidade, o que mais afeta na vida de vocês?.....	85
Gráfico 12 - A instalação do Linhão de Tucuruí melhorou significativamente a qualidade de vida na sua comunidade?	87
Gráfico 13 - A sua comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí?	89
Gráfico 14 - A forma de geração de energia praticada - SEI ou SIN - na comunidade, contribui	

para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e bem-estar social? 94

Gráfico 15 - Você considera que a implementação do linhão de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas? 95

Lista de Abreviaturas

AIE - *Agência Internacional de Energia*

ANEEL - *Agência Nacional de Energia Elétrica*

AT - *Corrente Alternada em Alta Tensão*

CadÚnico - *Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal*

CC - *Corrente Contínua*

CCC - *Conta de Consumo de Combustível*

CEAM - *Companhia de Eletricidade do Amazonas*

COFINS - *Contribuição para Financiamento da Seguridade Social*

DERs - *Difusão dos recursos energéticos distribuídos*

EAT - *Corrente Alternada em Extra Alta Tensão*

ENTSO-E - *Rede Europeia de Sistema de Transmissão Operadores de Eletricidade*

EPE - *Empresa de Pesquisa Energética do Brasil*

EPS - *Sistema de energia elétrica*

FUNASA - *Fundação Nacional de saúde*

ICMS - *Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços*

IDH - *Índice de Desenvolvimento Humano*

IEC - *Comissão Eletrotécnica Internacional*

IEMA - *Instituto de Energia e Meio Ambiente*

IoT - *Internet das Coisas*

IRENA - *Agência Internacional de Energia Renovável*

MIGDIs - *Microssistemas isolados de geração e distribuição de energia elétrica*

MME - *Ministério de Minas e Energia*

MPC - *Controle preditivo modelo*

NEA - *National Energy Administration*

NIS - *Número de Identificação Social*

ODS - *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*

OFF-GRID - *Sistemas elétricos autônomos ou sistemas de energia*

ONS - *Operador Nacional do Sistema Elétrico*

PBF - *Programa Bolsa Família*

PEE - *Programa de Eficiência Energética*

PI - *Controlador Proporcional-Integral*

PIB - *Produto Interno Bruto*

PID - *Controlador proporcional integral derivativo*

PIS - *Programa de Integração Social*

PPGEE- *Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Elétrica*

REN21 - *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*

REN 482 - *Resolução Normativa ANEEL Nº 482 DE 17/04/2012*

SAAE/PIN - *Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Parintins*

SEI - *Sistemas elétricos isolados*

SEP - *Sistemas Elétricos de Potência*

SIGFIs - *Sistemas individuais de geração de energia elétrica*

SIN- *Sistema Interligado Nacional*

SISOL - *Sistemas Isolados*

TCU - *Tribunal de Contas da União*

TSEE - *Tarifa Social de Energia Elétrica*

UFAM – *Universidade Federal do Amazonas*

Sumário

Capítulo 1: Introdução	17
1.1 Objetivo Geral.....	20
1.2 Objetivos Específicos.....	20
1.3 Organização da Dissertação	21
Capítulo 2: Revisão Literatura	22
2.1 Trabalhos relacionados.....	22
2.1.1 Os Sistemas Elétricos Isolados no Contexto Mundial	22
2.1.2 O SEI no Contexto Brasileiro	26
Capítulo 3: Referencial Teórico.....	30
3.1 Sistemas Elétricos de Potência (SEP)	30
3.2 Sistemas Elétricos Isolados	33
3.3 Sistema Elétrico Isolado (SEI) nas generalizações e expansão	34
3.3.1 Sistemas Elétricos Isolados no Amazonas	38
3.3.2 Programas e benefícios sociais com foco em energia elétrica no Brasil.....	42
3.4 Ferramentas para levantamento Socioeconômico	43
Capítulo 4: Metodologia	45
4.1 Materiais.....	45
4.2 Métodos	46
4.3 Locus / amostra da Pesquisa	48
Capítulo 5: Resultados e Discussões	53
5.1 Percurso do Linhão de Tucuruí no Estado do Amazonas	53
5.2 Identidade das comunidades Amazônicas e o anteparo da Energia Elétrica.....	60
5.3 Característica da população rural do entorno do Linhão de Tucuruí.....	61
5.4 Impacto Socioeconômico das Comunidades Rurais do Amazonas no Percurso do Linhão de Tucuruí e adjacências	64
5.4.1 Análise dos Fatores Energéticos e Socioeconômicos da pesquisa de campo	64
5.4.2 Avaliação do Impacto Socioeconômico do Linhão de Tucuruí.....	86

5.5 Realidades, Soluções e Perspectivas	98
5.5.1 Perspectivas e possíveis soluções inteligentes incluindo recursos renováveis e a sustentabilidade	102
Capítulo 6: Conclusão.....	106
Referências Bibliográficas	108
ANEXOS.....	116

Capítulo 1: Introdução

A energia elétrica é um recurso fundamental que impulsiona inovações e tecnologias na sociedade. Desde os primeiros experimentos com eletricidade, como o atrito de âmbar (resina fossilizada) com pele e lã de animais, a eletricidade tem sido amplamente utilizada e tornou-se essencial para o avanço tecnológico e o desenvolvimento econômico. Seu papel é vital no funcionamento de praticamente todas as áreas modernas, desde a indústria até as comunicações e o cotidiano das pessoas.

As modificações e avanços que a eletricidade proporciona é constantemente discutido, por desenvolvedores, industriários, mais especificamente, por profissionais engajados no ciclo de geração e uso da energia elétrica.

A história da energia elétrica no Brasil começou no final do século XIX, quando houve uma crescente demanda por eletricidade, principalmente nas áreas urbanas [1]. No início, a produção de energia elétrica era limitada e dependia de pequenas usinas movidas a vapor ou carvão. A partir da década de 1930, o Brasil passou a investir em fontes renováveis, principalmente hidrelétricas, devido ao vasto potencial hídrico do país. As primeiras grandes usinas foram construídas para atender ao rápido crescimento industrial e urbano, consolidando a energia hidrelétrica como a principal fonte de eletricidade no país.

Esse impulso foi motivado pela regulamentação das questões de geração e transmissão de energia elétrica que, em meio a crises e ações dos governos, ganhou dimensão e grandes investimentos.

A energia elétrica, em conjunto com diversos fatores, impulsiona o desenvolvimento do país, que embora seja um desenvolvimento capitalizado, sua demanda de consumo é subsidiada por empresas, consórcios empresariais e o próprio Sistema Interligado Nacional (SIN) que possibilita o abastecimento e garante a expansão de negócios e atividades econômicas diversas.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (EPE) [2], a energia elétrica é uma forma de integração nacional. O Brasil busca integrar esforços para favorecer um tratamento igualitário para brasileiros em diferentes regiões do vasto território.

A EPE [2] define matriz energética como o conjunto de todas as fontes de energia disponíveis para realizar trabalho em diversos dispositivos. Já a matriz elétrica refere-se

especificamente às fontes de energia usadas para a geração de eletricidade. Essas fontes podem incluir energias renováveis, como hidrelétrica e eólica, ou não renováveis, como gás natural e carvão, que são direcionadas exclusivamente para alimentar a infraestrutura de geração de energia elétrica do país.

Com base na diferença entre matriz energética e elétrica, no Brasil, cerca de 46% da matriz energética é composta por fontes renováveis, enquanto a média mundial é de apenas 14%. Entre as fontes renováveis que se destacam no Brasil estão a energia solar, eólica, hidrelétrica, biomassa, entre outras. Essas fontes têm um papel importante na redução das emissões de carbono e no desenvolvimento de uma matriz mais sustentável e diversificada [3].

A comparação entre a matriz elétrica e a mundial, trouxe entre os resultados, uma matriz elétrica brasileira, predominantemente renovável. Este resultado foi justificado na pesquisa, entre outros fatores, através da grande concentração de fontes de origem hidrelétrica na matriz brasileira, totalizando cerca de 83% das fontes renováveis, percentual este, quando comparado com o índice mundial que é de 27% apresenta diferença de mais de 50% [4].

De acordo com o Operador Nacional do Sistema (ONS), a transmissão de energia no Brasil é realizada por meio de um sistema interligado por linhas de transmissão, chamado Sistema Interligado Nacional (SIN). Apenas 1,7% da capacidade de geração de eletricidade do país está fora do SIN, compondo os chamados Sistemas Elétricos Isolados (SEI). Esses sistemas atendem, sobretudo, áreas remotas e de difícil acesso, como as regiões da Amazônia, onde a interligação ao SIN ainda não é tecnicamente ou economicamente viável [5].

De acordo com as projeções da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2024, a carga do SIN alcançou 81.274 MW médios, representando um crescimento de 3,1%, alinhado com a previsão de crescimento do PIB em 2,2%. As perspectivas indicam um aumento contínuo, projetando a carga para 89.257 MW médios até 2028 [2].

O SEI se refere ao núcleo consumidor que não tem interligação direta com o sistema interligado, mesmo que esteja na rota de um sistema de transmissão. Como indicador de desafios, às comunidades através das quais o sistema de transmissão cruza seu território, não recebem benefício em energia elétrica em decorrência dessa ocupação. Ao contrário, podem receber o impacto ambiental, social e econômico, que afeta decisivamente a vida social local.

Sabe-se que a linha de transmissão de energia é uma estrutura de capital privado, que

está instalada para subsidiar uma demanda e que se cobra por ela, razão pela qual a herança herdada pela sua interferência não pode ser negligenciada. É necessário conciliar que as detentoras do direito das linhas de transmissão estejam cientes dos impactos causados e a sinalização para a compensação aos danos, possa ser prevista desde o processo de leilão, até a efetivação, se tornando uma condição de justiça social, uma vez que famílias, meio ambiente e outros são definitivamente afetados.

O sistema elétrico isolado se configura como um complexo sistema que castiga a população rural de muitos países no mundo, sendo considerada pequena, mas não insignificante [6], onde um índice dito “desprezível” da população mundial que não tem acesso à eletricidade.

Esse quantitativo de desassistência é expressivo na região rural, hoje há uma grande probabilidade de que as comunidades situadas no entorno das linhas de transmissão não tenham acesso à energia elétrica desse sistema, ainda que definitivamente sejam afetadas.

A privatização do sistema, gera uma tendência de encarecimento do serviço cobrado ao consumidor final, com a distribuição de energia amplificada, como a que estendeu às regiões rurais e foi intensificada com o “Luz para Todos”, não isenta o cidadão rural dos custos da tarifa de energia elétrica, o que diversas vezes inviabiliza sua utilização, considerando a baixa capacidade de recursos e o acesso a bens que consomem energia na totalidade.

Na região Amazônica, devido a diversidade do ecossistema e localização longínqua de povoações com baixa densidade demográfica, a população sobrevive com poucos recursos, sua renda é baseada na agricultura familiar, no extrativismo e nos benefícios disponibilizados por políticas públicas governamentais.

Buscando contribuir com informações tangíveis para a solução do problema de acesso e utilização da energia elétrica em municípios e comunidades mais afastadas dos grandes centros urbanos, este estudo tem por objetivo investigar o impacto socioeconômico de SEI, nas comunidades rurais do Estado do Amazonas no percurso do Linha de Transmissão Tucuruí-Macapá-Manaus, no sentido de contribuir com ações focadas em soluções das condições que as vulnerabilizam de forma natural ou decorrente da presença do linhão em suas proximidades.

No objetivo traçado, se destacam as condições para o levantamento da identificação das comunidades isoladas do percurso do linhão, a caracterização dos moradores, relacionando os problemas de utilização de energia elétrica e os custos praticados. Em

comunidades que o cidadão não tem condições de arcar com valores do consumo praticado, a sugestão é indicar formas de compensação por parte da detentora de direitos da linha de transmissão para amparar as comunidades impactadas pela passagem e implantação das estruturas.

O levantamento da caracterização das comunidades se configura uma maneira de acionar meios para intensificar a oferta de produtos adequados para suas populações, estudando cada ambiente, e sugerindo aplicações de adequações com a sua necessidade.

É importante identificar e caracterizar os ambientes, a situação das comunidades do Norte do país que tem suas peculiaridades, sendo diferentes das regiões Sul/Sudeste, assim como do Nordeste. O estudo busca identificar as condições da região Norte, especificamente no estado do Amazonas, para acionar meios de intervenção que viabilizem econômica e ambientalmente ganhos a todos, independentemente de serem de regiões rurais ou urbanas.

1.1 Objetivo Geral

Investigar o impacto socioeconômico do Sistema Elétrico Isolado nas comunidades rurais do estado do Amazonas, incluindo as interligadas ao Linhão de Tucuruí e as isoladas, essencial para contribuir com ações que buscam solucionar as condições de vulnerabilidade que essas comunidades enfrentam. Essas condições são tanto naturais quanto decorrentes da presença do linhão em suas proximidades.

1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar Comunidades rurais conectadas ou isoladas em relação ao sistema elétrico, por Município, no Estado do Amazonas, no percurso do Linhão do Tucuruí e adjacências com relação a utilização da energia elétrica e situação socioeconômica.
2. Implementar o levantamento das maiores causas de vulnerabilidade social, desses SEI e SIN, em decorrência da utilização da energia elétrica, levando em consideração a estrutura, a forma de geração praticada e a oferta de recursos sustentáveis presentes nas localidades.
3. Relacionar e correlacionar os dados da realidade das comunidades visitadas com as informações da literatura para perfilar condições de identidade das populações, locais e atividades socioeconômicas.

4. Sugerir maneiras de compensação, de forma prática e inteligente, por intermédio das operadoras da rede de transmissão ou parceiros independentes, para gerir energia elétrica sustentável nas comunidades, a custo zero ou a baixo custo de manutenção e operação.

1.3 Organização da Dissertação

Este documento está organizado em 6 capítulos, incluindo este capítulo de introdução, conforme a descrição a seguir:

- O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura sobre o sistema elétrico isolado no mundo, no Brasil e na Amazônia. Inicialmente, são discutidos trabalhos relacionados às aplicações e utilidades do sistema energético, com foco em soluções de tempo real e recursos para o setor de energia elétrica. Em seguida, abordam-se estudos sobre o uso do SEI em um contexto global. Posteriormente, são apresentados trabalhos referentes ao sistema elétrico isolado no Brasil, destacando o desenvolvimento e a expansão do sistema elétrico brasileiro em regiões remotas e de difícil acesso.
- O Capítulo 3 aborda o referencial teórico que sustenta a proposta de estudo, começando pela estrutura do sistema elétrico nacional e as competências dos órgãos de operação e controle. São apresentados os principais fatores de operação e a classificação do sistema, com foco no entendimento de sua funcionalidade. O capítulo destaca as características do sistema elétrico, sua atuação e classificação, finalizando com os principais conceitos e recursos que sustentam o sistema frente aos desafios da integração nacional.
- No Capítulo 4, apresentou-se a metodologia, com a descrição dos materiais e métodos utilizados na execução da pesquisa e na definição dos dados para sua efetivação.
- No Capítulo 5, apresentou-se os resultados e discussão, nesse segmento se pontua a relação dos dados coletados na pesquisa e sua relação com a proposta relacionada ao escopo do trabalho. Discutiu-se os resultados obtidos, comparando-os com outros trabalhos da literatura e relacionando-os com os objetivos do trabalho.
- No Capítulo 6, relaciona as conclusões do trabalho, juntando a perspectiva de futuros trabalhos.

Capítulo 2: Revisão Literatura

A energia elétrica possibilita o desenvolvimento da sociedade, e através dela diversos dos processos que se desenvolvem na atualidade ganham diferentes configurações na realidade das populações, sejam elas urbanas ou rurais no mundo e nos países desenvolvidos, em desenvolvimento ou subdesenvolvidos.

Os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia tornaram-se mais eficientes e abrangentes, com um impacto significativo da capitalização [7]. Esses sistemas passaram a focar principalmente nos grandes centros consumidores, deixando de lado uma parcela da sociedade em variados locais e situações. Esta realidade exige a busca por soluções que associam a problemática aos meios mais adequados para diminuir as distorções que os microssistemas não conseguem suprir.

Neste capítulo, se faz uma busca na literatura, acerca dos SEI em nível mundial e brasileiro, em portais de Periódicos e outros bancos que se encontram publicações sobre o tema, levando em consideração a característica e o contexto, objetivos deste trabalho.

2.1 Trabalhos relacionados

2.1.1 Os SEI no Contexto Mundial

No cenário global [8], os SEI desempenham um papel fundamental em áreas remotas, rurais e insulares, onde a expansão da rede elétrica convencional é inviável tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Esses sistemas fornecem eletricidade para comunidades que, de outra forma, permaneceriam sem acesso à energia elétrica, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico local e para a melhoria da qualidade de vida.

Os SEI abrangem uma diversidade de configurações, incluindo sistemas autônomos que utilizam fontes de energia como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e, em muitos casos, soluções híbridas que combinam múltiplas fontes. Essas alternativas são projetadas de forma personalizada para atender às condições específicas de cada região, levando em conta fatores como a disponibilidade de recursos naturais, a demanda energética, a infraestrutura existente e os aspectos socioeconômicos da comunidade [9].

Os SEI também enfrentam desafios significativos, pois a dependência de fontes de energia renovável, por exemplo, pode levar à variabilidade da geração de energia devido às condições climáticas ou sazonalidade [10]. A manutenção e operação dos SEI demandam conhecimento técnico especializado e podem ser mais dispendiosos do que os sistemas conectados à rede principal. [11].

Globalmente, existem várias iniciativas e projetos [12, 13] em andamento com o objetivo de fomentar o crescimento e expansão dos sistemas elétricos autônomos. Esses esforços buscam atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), com ênfase especial na garantia de acesso universal e sustentável à energia elétrica.

De acordo com o relatório da Agência Internacional de Energia (AIE) e do Banco Mundial [14], estima-se que cerca de 733 milhões de pessoas em todo o mundo ainda não tenham acesso à eletricidade. A maioria dessas populações está concentrada em áreas rurais de países com baixos índices de desenvolvimento econômico.

Estudos indicam que, de acordo com a taxa de eletrificação rural atual, cerca de 8% da população mundial permanece sem acesso à eletricidade, e em 2030, este número poderá chegar a aproximadamente 670 milhões de pessoas. A pandemia de COVID-19 e a guerra na Ucrânia estão entre os desafios a serem superados para que haja avanço nesta meta.

Entidades internacionais, autoridades governamentais e representantes do setor privado estão unindo forças para ampliar o acesso à eletricidade. A principal estratégia é o desenvolvimento de fontes de energia renováveis, como solar e eólica, que se mostram mais viáveis e sustentáveis para regiões remotas e de difícil acesso.

Esses esforços visam não apenas fornecer eletricidade às comunidades, mas também fomentar o desenvolvimento sustentável, aprimorar a qualidade de vida das pessoas e ajudar a reduzir a pobreza global [15].

Relatórios de organizações especializadas, como a AIE, o Banco Mundial, a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) e outras instituições governamentais e acadêmicas, realizam pesquisas contínuas sobre sistemas elétricos isolados no mundo.

Os artigos a seguir incluem estudos que abordam a coleta de dados sobre a população sem acesso à eletricidade, especificamente em relação aos SEI. Outros estudos focam nas diferentes formas de geração de energia elétrica utilizadas em sistemas isolados ao redor do mundo, como solar, eólica, híbrida, entre outras. A Tabela 1, resume aspectos importantes que tratam dos SEI no contexto mundial.

Tabela 1 - Resumo dos SEI no contexto mundial

OS SEI NO CONTEXTO MUNDIAL	
REF.	CONTEXTO
[16]	Sistemas de energia fora da rede e descentralizados têm se destacado como alternativas eficazes para melhorar o acesso à eletricidade e aumentar a resiliência em regiões como a África Subsaariana e o Sul da Ásia, onde persistem grandes lacunas no acesso à energia. Nesses locais, a falta de eletricidade leva ao uso de fontes renováveis e caras, como lâmparinas de querosene, prejudicando a saúde e afetando serviços essenciais, como centros de saúde. O relatório da IRENA revela um crescimento significativo no uso de luzes solares fora da rede, que beneficiou 112 milhões de pessoas globalmente em 2021, com 52,6 milhões em África.
[17]	Em áreas isoladas da China, várias fontes de energia são utilizadas para suprir as necessidades locais. A energia solar é amplamente adotada, com painéis solares e sistemas de armazenamento garantindo eletricidade contínua. Em comunidades rurais, o biogás, gerado a partir de resíduos orgânicos, é uma solução viável para produzir calor e eletricidade. Geradores a diesel ainda são usados temporariamente, mas a China tem aumentado seus investimentos em fontes renováveis para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e promover a sustentabilidade nos sistemas elétricos isolados.
[18]	A China lidera mundialmente na capacidade instalada de energia eólica, utilizando turbinas eólicas em áreas isoladas com ventos fortes para gerar eletricidade de forma renovável. Além disso, em regiões remotas com rios e córregos, o país também emprega micro hidrelétricas, que aproveitam a energia da água em movimento para fornecer eletricidade de maneira sustentável e confiável para comunidades isoladas. Ambos os sistemas oferecem soluções limpas e eficazes para essas áreas, conforme destacado pelo estudo da REN21.
[19], [20], [21], [22]	No Canadá, existem muitas áreas remotas e isoladas, a geração de energia para sistemas elétricos isolados é realizada por meio de diversas fontes. A energia hidrelétrica é amplamente aplicada, com pequenas centrais aproveitando rios e córregos para gerar eletricidade sustentável. A energia solar também tem ganhado popularidade, com painéis solares e sistemas de armazenamento garantindo fornecimento contínuo. Em regiões com ventos fortes, a energia eólica é uma opção limpa e renovável, reduzindo emissões de gases de efeito estufa. Em áreas onde fontes renováveis são inviáveis, a geração a diesel é usada temporariamente, embora seja menos sustentável e cause impactos ambientais.
[23]	Em áreas remotas do Canadá, além de energia hidrelétrica, solar, eólica e geração a diesel, a biomassa, como resíduos de madeira, também é usada para gerar eletricidade. A escolha das fontes de energia em cada região isolada depende dos recursos disponíveis, permitindo soluções adaptadas às condições locais.
[24]	[...]O Canadá está comprometido em expandir o uso de energia renovável, incluindo em áreas isoladas, com o objetivo de diversificar suas fontes de geração e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Esse esforço busca promover a sustentabilidade ambiental em todo o país.
[25]	A busca por soluções para a integração energética varia entre os países, conforme suas necessidades e recursos. Em regiões com recursos limitados e falta de

	políticas públicas para o desenvolvimento, a população sofre com a escassez de energia elétrica, privando-se dos benefícios que ela proporciona, evidenciando o desafio global de encontrar as melhores combinações de geração de energia.
[26]	Estudos globais, [...], discutem soluções para aumentar a integração de tecnologias em sistemas de energia isolados. Os desafios da falta de interconexões de rede e da variabilidade de geração, propondo soluções como armazenamento de energia e tecnologias avançadas de controle de geração e carga para melhorar a estabilidade e reduzir custos. A importância de identificar todos os elementos antes de implementar soluções energéticas adequadas em sistemas isolados.
[27]	O estudo analisa e compara padrões e diretrizes de integração de fontes renováveis adotados por diversos países e organizações. Ele discute os desafios da incorporação dessas fontes na rede elétrica, como intermitência, regulação de tensão e estabilidade. Referências a padrões de países como Brasil, México e Espanha, além de organizações internacionais como a IEC e a ENTSO-E, são abordadas. Realiza uma análise comparativa dos requisitos e estratégias para superar desafios, explorando também as consequências dessas normas para o desenvolvimento e implementação de projetos de energia renovável e sua integração à rede elétrica.
[28]	O estudo explora a integração entre o mundo físico e virtual por meio da Internet das Coisas (IoT) e da plataforma Blynk, analisando sua viabilidade técnica e operacional para monitoramento e controle remoto de dispositivos via aplicativo móvel. Discute os benefícios e desafios do uso de IoT em aplicações como automação residencial, monitoramento industrial e cidades inteligentes, destacando o potencial transformador da tecnologia. Ressalta os recursos da plataforma Blynk, como sua comunicação com diversos dispositivos e interface amigável, além dos desafios de integração, como compatibilidade de hardware, conectividade e segurança. Também aborda os benefícios, como eficiência energética e redução de custos, e as implicações sociais da IoT, incluindo aumento da automação, deslocamento de empregos e preocupações com privacidade e segurança.

Fonte: A Autora (2024)

Pela diversidade de recursos e condições naturais, o mundo tem muitos nichos a explorar e dependendo das políticas energéticas aplicadas e a forma cultural que os povos se encontram é possível estender a assistência dos sistemas a uma dimensão mais pensada na sustentabilidade da sociedade que desperta a usufruir de diferentes vertentes de geração de energia de fontes mais qualificadas e menos agressivas ao setor econômico e ambiental.

A compreensão de como a energia elétrica é distribuída globalmente, leva a uma análise dos pontos de integração que ocorrem no contexto brasileiro. O Brasil, com seu território único e condições naturais específicas, enfrenta o desafio de atender a diversas populações e culturas, além de lidar com a falta de recursos, corrupção nos processos e ausência de políticas econômicas e sociais que possam estabelecer e integrar equidade a

diferentes sistemas. A realidade é que a integração de regiões como o Brasil é uma tarefa complexa que requer tempo e estudos detalhados de caso a caso.

2.1.2 O SEI no contexto brasileiro

No contexto brasileiro, os sistemas elétricos isolados desempenham um papel fundamental na oferta de energia elétrica em regiões remotas, rurais e de difícil acesso do país [29]. Essas regiões muitas vezes não estão conectadas ao sistema elétrico brasileiro devido a desafios geográficos, distâncias extensas e baixa densidade populacional.

Os SEI desempenham um papel essencial em regiões remotas, oferecendo soluções que integram tecnologias inovadoras, como a Internet das Coisas (IoT), para viabilizar e otimizar a geração e distribuição de energia em áreas não conectadas ao Sistema Interligado Nacional [30].

No Brasil, há 212 SEI em sete estados, atendendo cerca de 3 milhões de consumidores, o equivalente à população do estado de Alagoas e representando 0,6% da carga elétrica nacional [31]. A implementação desses sistemas tem sido decisiva para levar eletricidade a comunidades remotas e rurais, onde a expansão da rede convencional é inviável, utilizando fontes renováveis, como solar e eólica, para promover autonomia energética e sustentabilidade.

No Brasil, a Amazônia Legal e o semiárido nordestino são áreas que apresentam grande concentração de sistemas elétricos isolados [32]. A Amazônia, por exemplo, é uma região vasta e de difícil acesso, onde muitas comunidades estão situadas em áreas remotas, afastadas das redes de transmissão convencionais. Nessas áreas, a geração de energia é frequentemente realizada por meio de fontes renováveis, como a energia hidrelétrica de pequeno porte, a energia solar e a energia proveniente de biomassa.

A presença de comunidades ribeirinhas e indígenas na Amazônia e em outras regiões do país requer soluções energéticas específicas para atender às suas necessidades [33]. Essas soluções geralmente envolvem a implementação de sistemas elétricos isolados que utilizam energia gerada localmente, permitindo o desenvolvimento sustentável das comunidades e a preservação do meio ambiente.

Os sistemas elétricos isolados no Brasil, por sua vez, enfrentam diversos desafios. Um deles é a manutenção e operação dos sistemas, que demandam conhecimento técnico especializado e são afetados por questões logísticas e de infraestrutura [34]. A falta de recursos

financeiros e investimentos adequados muitas vezes limitam a capacidade de expansão e a melhoria da qualidade dos serviços de energia nessas regiões.

O Governo Federal, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME), desenvolve programas e políticas específicas para atender às necessidades dos sistemas elétricos isolados no Brasil [35]. Um exemplo é o Programa Luz para Todos, que visa levar eletricidade a comunidades rurais sem acesso, promovendo o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida dessas populações.

A ANEEL regula e fiscaliza os sistemas elétricos isolados no país, estabelecendo diretrizes e padrões de qualidade para o fornecimento de energia nessas áreas [36]. O objetivo é assegurar que as comunidades atendidas por esses sistemas tenham acesso à energia de forma segura, confiável e sustentável.

No contexto brasileiro, os sistemas elétricos isolados desempenham um papel fundamental na oferta de energia elétrica em regiões remotas e rurais. Embora enfrentem desafios relacionados à operação, manutenção e financiamento, esses sistemas são essenciais para garantir o acesso universal à eletricidade, promover o desenvolvimento socioeconômico e melhorar a qualidade de vida das populações que vivem na região.

Na sequência estão destacados estudos que tratam dos sistemas isolados no Brasil. A Tabela 2 enfatiza um resumo de estudos que trazem elementos que colaboram com o entendimento do funcionamento do sistema elétrico brasileiro que requer o conhecimento das condições regionais do país, por uma diversidade de fatores que tornam desafiadoras as implementações de soluções e atendimento de modo igualitário a toda a população nacional.

Tabela 2 - Resumo dos SEI no contexto brasileiro

OS SEI NO CONTEXTO BRASILEIRO	
REF.	CONTEXTO
[37]	O estudo aponta que a eletricidade no Brasil é gerada a partir de várias fontes, com uma predominância de hidrelétricas, que representam cerca de 85% da capacidade instalada. Nas Regiões Sudeste e Sul, a geração hidrelétrica é complementada por termelétricas a carvão e futuramente por energia nuclear, enquanto o uso de derivados de petróleo é restrito a emergências e picos de demanda. Em sistemas isolados na Amazônia, muitos locais ainda dependem do petróleo, mas há uma transição para fontes renováveis. O estudo revela que muitos municípios do Amazonas e Roraima enfrentam desafios com sistemas caros e ambientalmente insustentáveis, especialmente em núcleos menores.
[38]	O estudo examina o papel dos sistemas de armazenamento de energia na integração de fontes renováveis na matriz energética brasileira, destacando

	<p>desafios como intermitência, gestão de energia e estabilidade da rede. Os sistemas de armazenamento podem aumentar a confiabilidade e estabilidade da rede, além de gerenciar a oferta e demanda de energia. Analisa tecnologias como baterias, hidrelétricas bombeadas e armazenamento térmico, e suas aplicações em microrredes e projetos em larga escala. Também aborda a necessidade de estruturas políticas e regulatórias que incentivem investimentos em infraestrutura de armazenamento, pesquisa e colaboração entre stakeholders, ressaltando o potencial desses sistemas na integração de fontes renováveis no Brasil.</p>
[39]	<p>O trabalho explora os sistemas de transmissão de energia elétrica, abordando aspectos técnicos e econômicos. No aspecto econômico, considera duas alternativas para geração de eletricidade: localmente, próximo aos centros de consumo, ou remotamente, em áreas com recursos energéticos de baixo custo. Fornece uma visão geral da estrutura de sistemas elétricos de potência, incluindo sistemas isolados e interligados, além de aspectos operacionais das redes elétricas e tipos de transmissão em corrente alternada e contínua. Destaca os desafios da transmissão a longas distâncias, especialmente em regiões remotas da Amazônia, e enfatiza a dificuldade da integração nacional. Conclui que é necessário alinhar estudos às potencialidades locais e à criatividade para desenvolver sistemas energéticos rentáveis e adequados à realidade de cada região.</p>
[40]	<p>O estudo examina a integração de fontes de energia renováveis em redes inteligentes, destacando desafios técnicos e econômicos, além das oportunidades que essa combinação traz. Aponta benefícios como maior eficiência energética, redução das emissões de gases de efeito estufa e aumento da segurança energética, mas também discute desafios, como intermitência e estabilidade da rede elétrica. Explora o papel das tecnologias de smart grid, como medição avançada e automação de distribuição, na facilitação dessa integração. O estudo analisa considerações econômicas e a estrutura política e regulatória necessária para promover a integração, enfatizando a importância de incentivos e subsídios. Em geral, oferece insights sobre os aspectos técnicos, econômicos e regulatórios, destacando o potencial transformador da integração de fontes renováveis em redes inteligentes.</p>
[41]	<p>O estudo explora estratégias de despacho ótimo para sistemas de energia que combinam armazenamento e fontes intermitentes de energia renovável no Brasil. Aborda os desafios da integração de fontes como energia eólica e solar ao sistema elétrico brasileiro, destacando os benefícios do uso de sistemas de armazenamento para mitigar a intermitência e melhorar a confiabilidade do sistema. O estudo analisa modelos e algoritmos de otimização utilizados para determinar o despacho ideal de energia dessas fontes e dos sistemas de armazenamento, considerando fatores como características das fontes renováveis, perfil de demanda e custo da eletricidade.</p>
[42]	<p>O estudo ressalta a importância da participação comunitária e do apoio governamental para o sucesso dos SEI no Brasil, especialmente na Região Norte, onde o acesso a áreas remotas é desafiador. Muitas comunidades dependem de usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis, o que resulta em altos custos e impactos ambientais. No entanto, o Amazonas possui um grande potencial para fontes renováveis, como solar, eólica e biomassa, que</p>

	podem diversificar a matriz energética e reduzir emissões de gases de efeito estufa. O estudo também enfatiza a necessidade de políticas e investimentos para aprimorar os SEI, atendendo às demandas locais e promovendo o desenvolvimento sustentável na região.
[43]	O estudo explora o potencial da integração energética para promover o desenvolvimento regional no Amapá, Brasil, analisando os recursos hidrelétricos, eólicos e solares da região. Discute os desafios do abastecimento de energia, como segurança, confiabilidade e acessibilidade, e destaca os benefícios do compartilhamento de recursos e infraestrutura.
[44]	O estudo analisa a implementação de um sistema supervisorio em unidades geradoras isoladas no Amazonas, Brasil, abordando os desafios de gestão e monitoramento da energia em áreas remotas. Destaca as características e tecnologias desses sistemas, enfatizando a necessidade de monitoramento eficaz para melhorar o gerenciamento, reduzir a inatividade e evitar quedas de energia. O estudo detalha o projeto do sistema supervisorio, incluindo a escolha de hardware e software, e a integração com a infraestrutura existente. Os resultados evidenciam melhorias na eficiência energética, redução de paradas e custos de manutenção, além de maior confiabilidade e qualidade no fornecimento de energia, fornecendo insights sobre os desafios e oportunidades no gerenciamento de energia na região.

Fonte: A Autora (2024)

No levantamento, se percebeu que o sistema de energia e a expansão dos sistemas caminha em diferentes tendências, onde os macrossistemas se munem de informações para subsidiar condições de alcances cada vez maiores, nesse caso sobrepondo as barreiras territoriais, tecnológicas e sociais.

O isolamento da Amazônia é um fator que é largamente estudado e que as alternativas de integração, nem sempre se findam na conexão ao SIN, mas na busca de soluções sustentáveis que dinamize economia e sustentabilidade para as regiões, o que se preconiza é a percepção de que os sistemas devem, em conjunto com os macrossistemas, permitir que estudos sejam realizados para que soluções equilibradas possam vir a atingir as populações mais vulnerabilizadas por uma oferta de energia de qualidade questionável e de custo acentuado.

Os SEI da Amazônia, tem suas peculiaridades e em detrimento a essa vertente, ao levantar as informações de tendências e desafios de regiões do mundo e do Brasil, se sobressai a possibilidade de se encontrar meios locais que validem oportunidades de geração de energia que tenha a característica da região e a manutenção dos fatores associados que credenciam a região na sua unicidade e potencialidade material e imaterial.

Capítulo 3: Referencial Teórico

Este capítulo fornece um resumo dos principais temas abordados na pesquisa, visando oferecer uma base teórica sobre os SEI. Destacam-se a configuração do Sistema Elétrico de Potência (SEP), os SEI, a Tarifação de Energia Elétrica e as Ferramentas para Coleta de Dados Socioeconômicos.

3.1 Sistemas Elétricos de Potência (SEP)

A energia elétrica para chegar ao consumidor final passa por diversos setores, fazendo um percurso desde a fonte geradora até o consumidor final. De forma geral os SEPs são divididos em três (3) grandes blocos, sendo a estrutura do sistema elétrico. [45]. Um SEP possui uma estrutura como a expressa no diagrama de blocos - Figura 1, colocando em destaque três pontos primordiais que compõem o sistema elétrico nacional. A geração é a etapa da obtenção e transformação de energia oriunda de fonte primária (energia potencial hidráulica, gás natural, petróleo, carvão mineral etc.) em energia elétrica, geralmente as usinas geradoras [46].

Após a energia elétrica gerada, deve ser realizada a transmissão até o centro de consumo. Isso ocorre devido aos grandes parques de geração estarem distantes do centro de carga, necessitando de um complexo sistema de transmissão de energia elétrica. Então, o bloco de transmissão de energia elétrica é responsável por entregar a energia elétrica gerada aos centros de consumo.

Na literatura [47], é descrito que a transmissão de energia elétrica pode ser realizada de três formas, sendo em transmissão de corrente contínua (CC), transmissão em corrente alternada (CA) em alta tensão (AT) e transmissão em corrente alternada em extra alta tensão (EAT).

- *Transmissão em Corrente Contínua (CC)*: na transmissão em corrente contínua, a energia elétrica é transmitida em uma única direção, utilizando um cabo positivo e um cabo negativo [48]. A corrente contínua é mais eficiente para a transmissão de grandes quantidades de energia elétrica a longas distâncias, pois sofre menos perdas de energia em comparação com a corrente alternada.

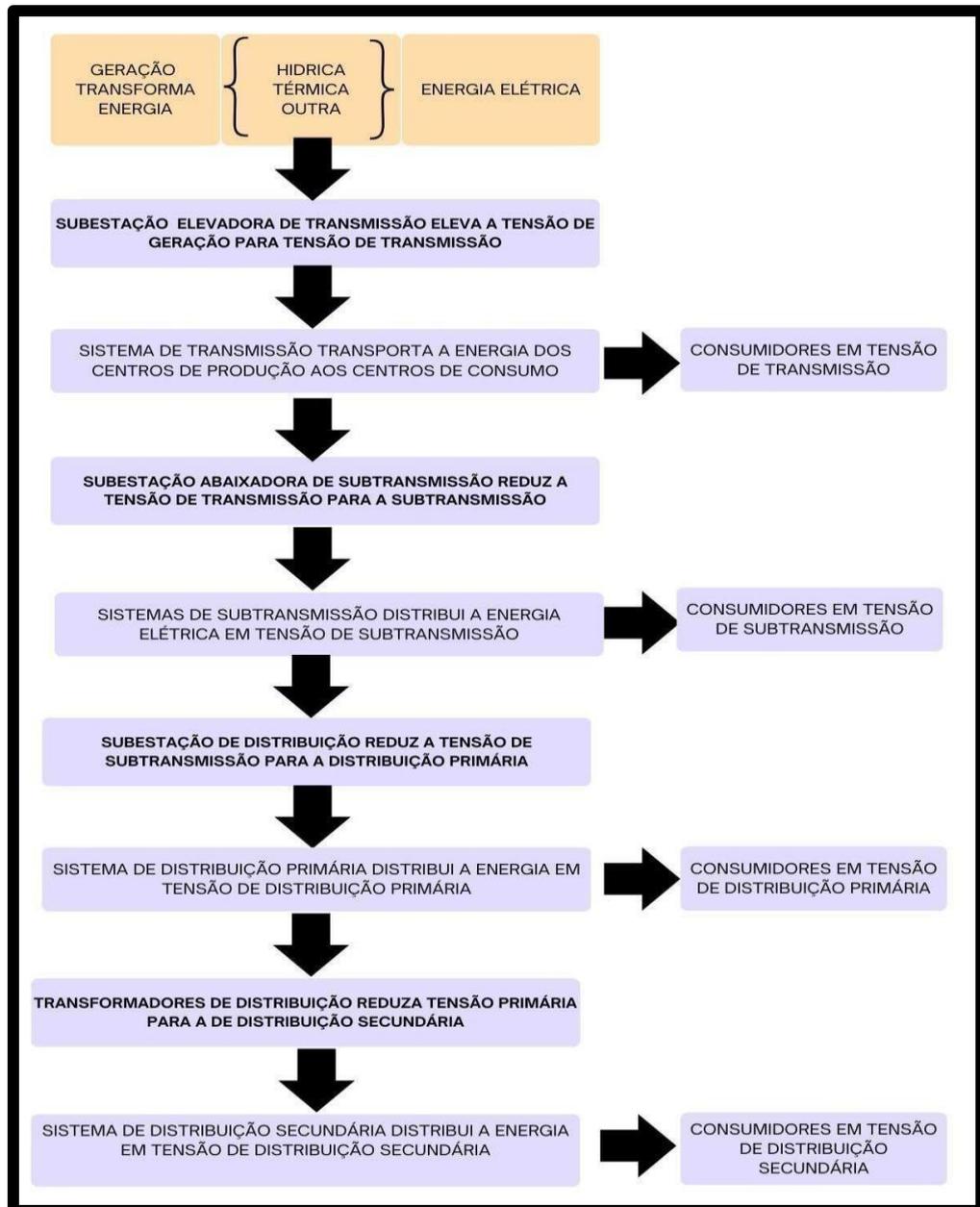


Figura 1 - Diagrama de blocos do SEP [47] – Adaptado

- *Transmissão em Corrente Alternada em Alta Tensão (AT):* na transmissão em corrente alternada em alta tensão, a energia elétrica é transmitida em uma oscilação entre a polaridade positiva e negativa, em uma frequência padrão de 60 Hz no Brasil [49]. A transmissão em alta tensão é a forma mais comum de transmissão de energia elétrica no mundo. Ela é utilizada em linhas de transmissão de grande porte, que interligam as usinas geradoras ao sistema de distribuição de energia.

- *Transmissão em Corrente Alternada em Extra Alta Tensão (EAT):* Na transmissão em corrente alternada em extra alta tensão, a energia elétrica é transmitida a tensões superiores

a 500 kV, o que permite transportar grandes quantidades de energia elétrica por longas distâncias com menores perdas de energia [50]. Esse método é amplamente utilizado em países com grandes distâncias geográficas, como China, Índia, Brasil, Estados Unidos e Canadá.

No Brasil, a Rede Básica de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange tensões de 230 kV a 750 kV, desempenha as seguintes funções principais [2]: (i) transmitir a energia gerada pelas usinas para os grandes centros de carga; (ii) integrar os diversos componentes do sistema elétrico para garantir a estabilidade e a confiabilidade da rede;

(iii) interligar as bacias hidrográficas e regiões com características hidrológicas variadas para otimizar a geração hidrelétrica; e (iv) promover a integração energética com os países vizinhos.

Existem basicamente dois tipos de sistemas elétricos no Brasil: o Sistema Interligado Nacional e os Sistemas Elétricos Isolados. O SIN é a principal rede elétrica do Brasil, conectando as principais usinas geradoras de energia e as grandes cargas consumidoras em um sistema integrado. Em contraste, os Sistemas Isolados são autônomos e não estão conectados ao SIN, operando principalmente em regiões remotas ou de difícil acesso. Esses sistemas podem utilizar uma variedade de fontes de energia, como geradores a diesel, painéis solares ou turbinas eólicas. Ambos os tipos de sistema recebem subsídios do governo para garantir a continuidade e a sustentabilidade do fornecimento de energia no país.

Atualmente, o SIN cobre todas as capitais brasileiras, exceto Boa Vista (Roraima), cuja conexão está em andamento. Na região Norte, a cobertura do SIN se restringe principalmente às capitais e regiões metropolitanas. Nos demais municípios da região, onde fatores técnicos e econômicos tornam difícil a conexão ao SIN, a energia é fornecida por SEI. Os SEI são definidos como sistemas de distribuição de energia elétrica que não estão conectados ao SIN, conforme o Decreto nº 7.246/2010.

Atualmente, 97% da capacidade de geração dos SEI utiliza óleo diesel como combustível. Além das áreas atendidas pelo SIN e pelos SEI, há comunidades em regiões remotas, distantes das sedes municipais, que enfrentam dificuldades de acesso às linhas de distribuição dos centros urbanos. Nesses casos, a energia é fornecida por sistemas de pequeno porte, como sistemas fotovoltaicos. Essas localidades são classificadas como "regiões remotas" conforme o Decreto nº 7.246/2010. Embora não haja dados amplamente disponíveis sobre essas regiões, é sabido que o acesso à energia elétrica nessas áreas é limitado.

Existem duas categorias principais de sistemas de pequeno porte para fornecer eletricidade a regiões remotas: sistemas individuais de geração de energia elétrica (SIGFIs) que atendem uma única unidade consumidora, e microssistemas isolados de geração e distribuição

de energia elétrica (MIGDIs), com potência instalada de até 100 kW, que atendem várias unidades consumidoras. Ambos devem seguir os parâmetros definidos na Resolução Normativa nº 493/2012 da ANEEL. No ano de 2021, a ANEEL pôs em vigor a Resolução Normativa nº 1.000/2021, que consolida as principais regras da Agência para a prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, onde estão dispostos os direitos e deveres dos consumidores.

Tudo em um só lugar, para facilitar. Estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, revoga as Resoluções Normativas nº 395, de 15 de dezembro de 2009; nº 424, de 17 de dezembro de 2010; nº 432, de 5 de abril de 2011 e dá outras providências

Tão logo, a Amazônia tem em sua característica a presença do sistema isolado para a maioria dos municípios, principalmente disseminado na região territorial do estado do Amazonas. Alternativas integradas para sistemas elétricos isolados [51] mais sustentáveis podem ser soluções aproveitando o viés científico, sistemas de energia elétrica com alta penetração de geração distribuída, ou que incorporam opções mais adequadas para a economia e o meio ambiente, oferecem vantagens significativas nas condições atuais.

3.2 Sistemas Elétricos Isolados

Sistemas elétricos isolados são aqueles que não têm interligação direta com os sistemas interligados. Os sistemas isolados estão presentes em diversas regiões do mundo [52]. A análise desses sistemas deve avaliar, com base em características econômicas e ambientais, os impactos de uma interconexão entre duas regiões. O objetivo é alcançar independência energética, melhorar as emissões de gases de efeito estufa e reduzir custos.

A condição de sistema isolado é uma realidade que afeta uma pequena fração da população rural em várias nações ao redor do mundo. Existe uma porcentagem da população global que ainda não possui acesso à eletricidade [53].

As considerações sobre sistemas isolados e as discussões sobre os temas correlacionados [54], onde a segurança e a vulnerabilidade energética, a geração de energia e o mercado de energia são pontos de destaque, a discussão acerca das legislações [55] sobre os locais isolados geograficamente [56] que trata de sustentabilidade; [57] a dificuldade como isolamento e os elevados preços praticados são apresentados.

3.3 Sistema Elétrico Isolado (SEI) nas generalizações e expansão

Na perspectiva do setor elétrico brasileiro, as comunidades que não estão conectadas ao SIN são classificadas como sistema isolado [58] seja por razões técnicas ou econômicas. O Relatório de Planejamento para Atendimento aos Sistemas Isolados, com horizonte até 2027, foi publicado pela EPE e baseia-se nas informações fornecidas pelas distribuidoras de energia elétrica em 2022, conforme a Portaria MME nº 67/2018. O documento detalha as 212 localidades que compõem os Sistemas Isolados, incluindo previsões de interligação desses sistemas ao SIN, projeções de crescimento do mercado consumidor, índices de perdas e necessidades futuras de atendimento até 2027. A elevada dependência de geração a partir de óleo diesel e o elevado custo da Conta de Consumo de Combustíveis destacam a importância de um planejamento transparente e previsível para esses sistemas. O relatório também aponta oportunidades para incorporar novas soluções de suprimento, visando reduzir o consumo de diesel, diminuir os custos de geração e reduzir as emissões.

Das características dos sistemas isolados é possível expor as seguintes considerações [2]:

- Baixa ocupação demográfica;
- Sistemas elétricos de pequeno porte;
- Principal fonte de geração térmica: óleo diesel;
- Não há interligação entre 271 localidades (ciclo 2019);
- Única capital não interligada é Boa Vista-RR;
- Demanda reprimida ▪ Aproximadamente 760 mil consumidores;
- 0,6% do consumo brasileiro em 2019;
- Cerca de 40% do território nacional;
- Localizados predominantemente na região norte;
- Histórico de carga oscilante;
- Predominância do segmento residencial;

Das 11 características associadas aos sistemas isolados, um dado relevante é que 99% desses sistemas estão localizados na Região Norte do Brasil, enquanto 1% está no Estado de Mato Grosso e no arquipélago de Fernando de Noronha, em Pernambuco. A Figura 2 ilustra a localização desses sistemas no mapa brasileiro [2].

A forma de geração de energia elétrica predominante é a termoelétrica a diesel e a óleo combustível que corresponde a 96% [2], o que revela uma dependência quase exclusiva dos combustíveis fósseis. Outras formas de geração são em 2,2% de gás natural, 1,1% de usos da biomassa e 0,7 % de geração hidrelétrica [2].

Apesar dos desafios, os sistemas elétricos isolados têm sido vitais para garantir o acesso à eletricidade em muitas comunidades rurais e remotas na Amazônia, melhorando a qualidade de vida e oferecendo oportunidades econômicas.

Os agrupamentos localizados mais distantes das sedes municipais, com baixa densidade populacional e economia de escala limitada, são classificados como regiões remotas dentro dos sistemas isolados. Essas áreas recebem um tratamento específico no que diz respeito ao acesso aos serviços de energia elétrica [59].

Ao que se refere às comunidades isoladas, em relação à eletricidade, é que muitas das tentativas de desenvolvimento são implementadas e na Amazônia Brasileira tem se concentrado recursos de infraestrutura [57] que totalizam bilhões de reais em rodovias, hidrelétricas, portos, ferrovias, hidrovias, projetos de mineração e outros com a intenção de desenvolver e integrar regiões.

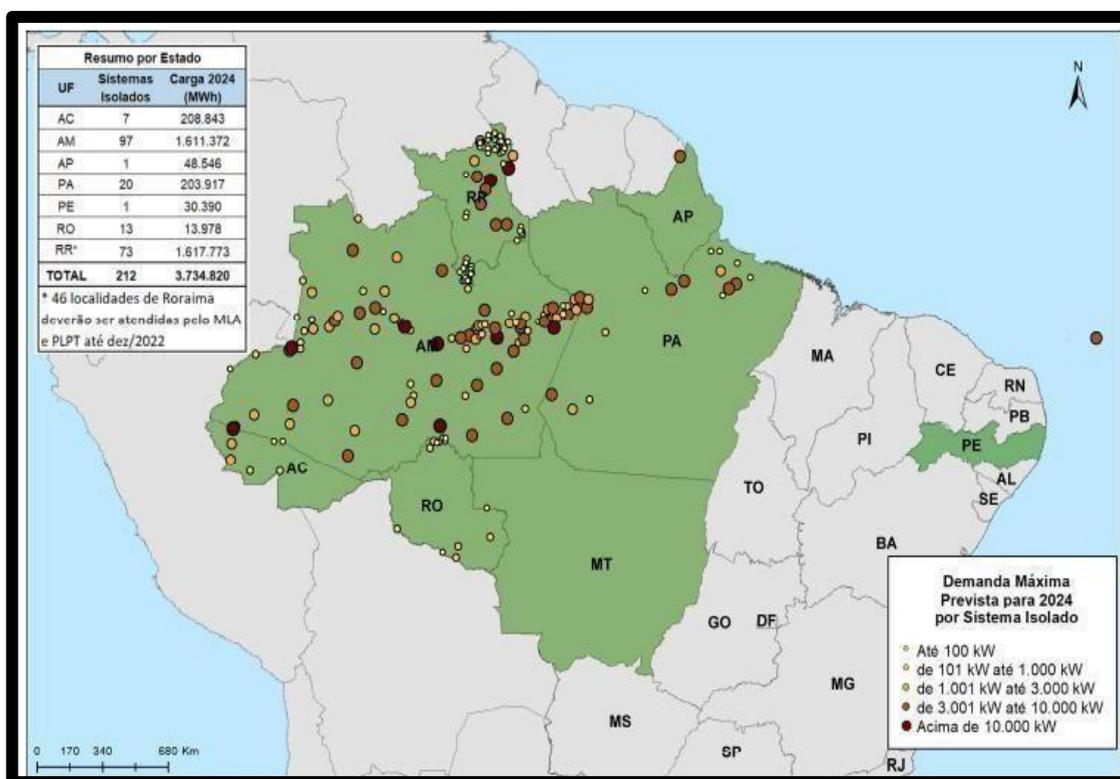


Figura 2 - Localização dos Sistemas elétricos isolados no Brasil [2]

Na prática, esses investimentos não estão resultando em melhorias significativas nos

níveis de desenvolvimento regional. A renda per capita na Amazônia é 26% menor que a média nacional [59]. Além disso, na região Norte, apenas 59,2% dos domicílios estão conectados à rede geral de distribuição de água, um percentual inferior ao registrado nacionalmente (85,7%) e ao do Sudeste (92,5%). Menos de 50% dos domicílios na região têm acesso a esgotamento sanitário [60].

Diversos problemas estão associados a esses aspectos, incluindo a falta de infraestrutura e a fragilidade das políticas públicas. Apesar de as regiões estarem mapeadas, elas não recebem o tratamento de inclusão previsto nas legislações e diretrizes de desenvolvimento social e econômico.

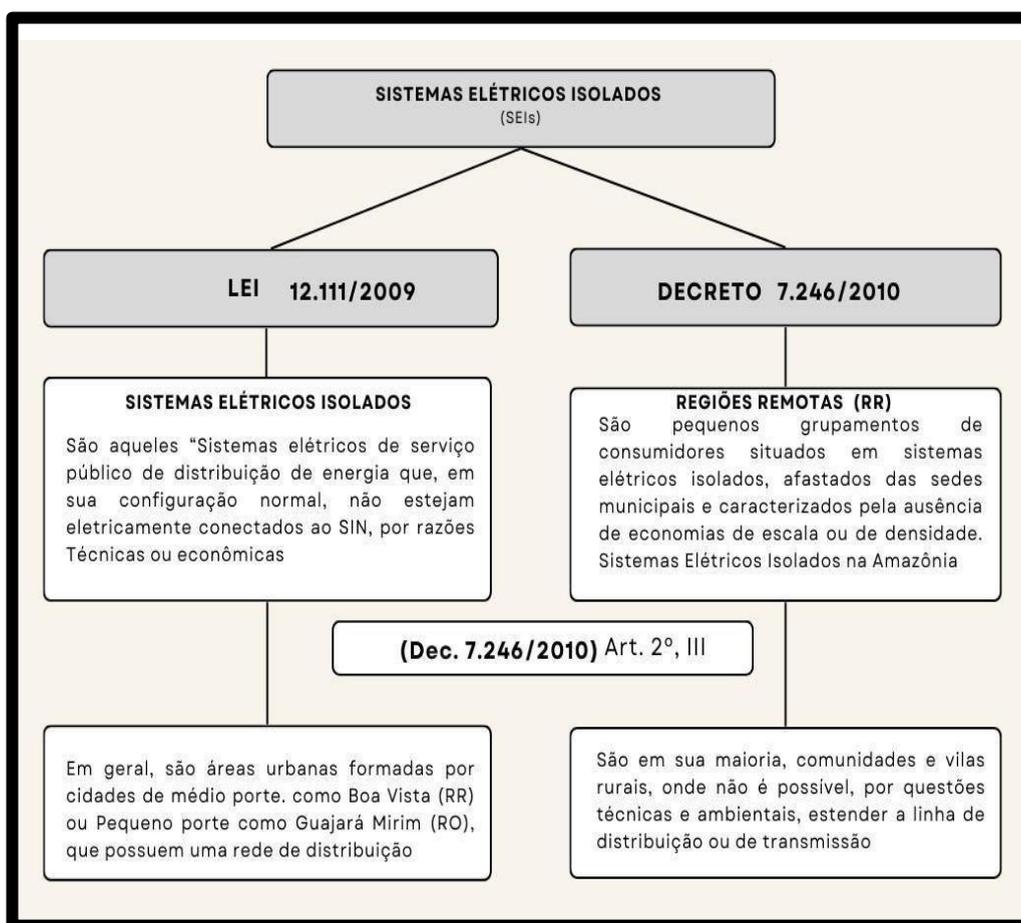


Figura 3 - Sistemas Isolados e regiões Remotas [58]

De acordo com a legislação brasileira que tange às Leis 12.111/2009 e o Dec. 7.246/2010 que define sistemas isolados. A figura 3 traz a perspectiva do sistema isolado.

A classificação mais apropriada para as regiões do país que não estão conectadas ao SIN leva em conta leis e decretos que identificam características específicas. Estas incluem

a densidade populacional da área, o tipo de infraestrutura de rede de distribuição, a localização remota em relação aos grandes centros populacionais, e as barreiras técnicas e operacionais que impedem a extensão da linha de transmissão para esses locais.

Isso resulta em uma condição de isolamento, tornando essas áreas mais propensas ao uso de fontes de geração de energia adaptadas à sua situação específica.

Na Figura 4 são apresentados detalhes relevantes sobre a forma de atuação do sistema de energia dentro do sistema isolado.

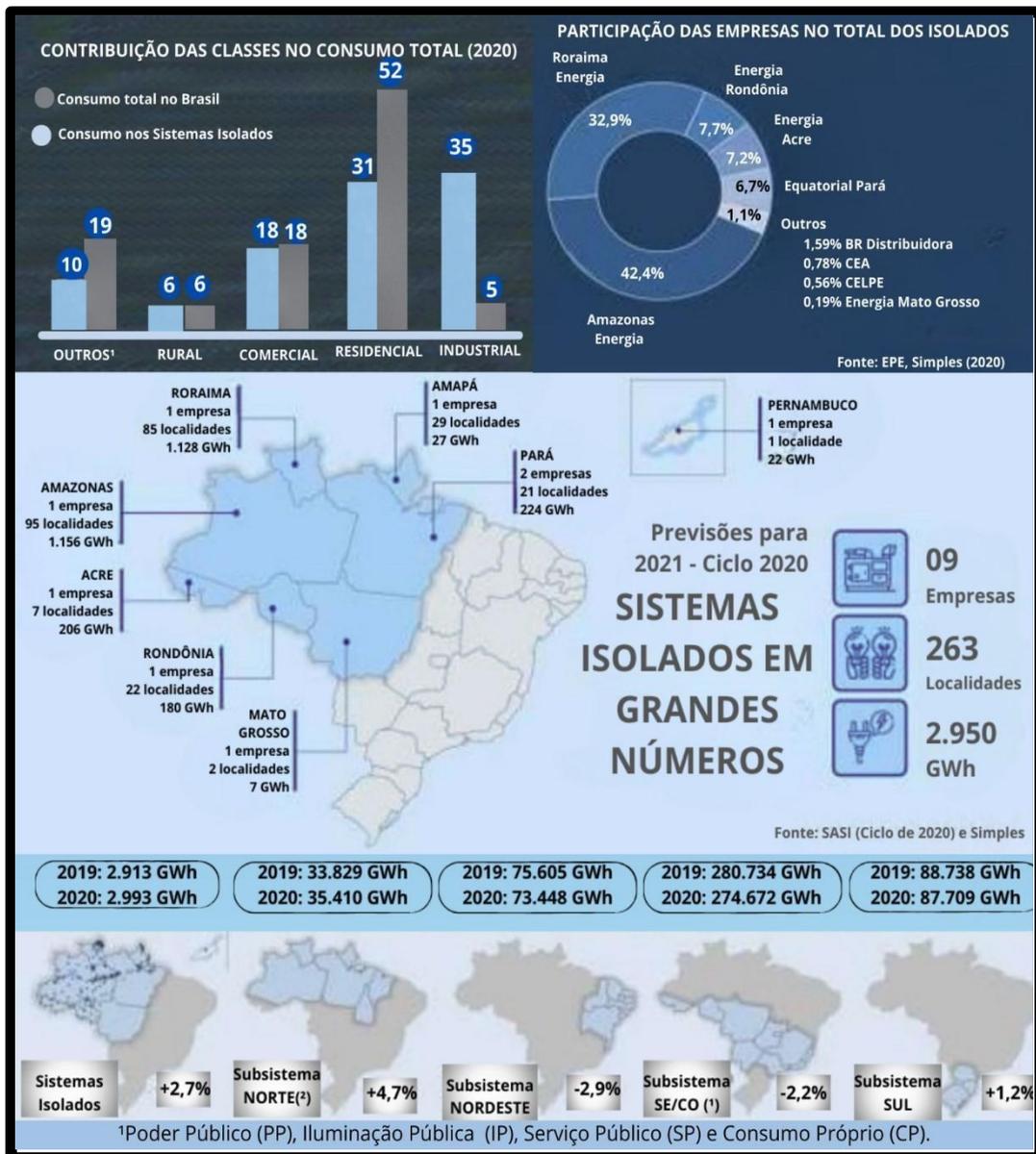


Figura 4 - Os sistemas Isolados no Contexto Brasileiro [2]

Em termos de classes de consumo, o sistema residencial é de longe o mais atuante, por

outro lado, a participação das empresas no fornecimento de energia elétrica para o sistema isolado e por ser no Norte a maior demanda, a Amazonas Energia detém cerca de 42% do mercado, seguido da Roraima Energia com aproximadamente 33% [2].

Outro ponto de destaque da Figura 4 é a comparação da contribuição das classes de consumo do total (sistema interligado e sistemas isolados) e apenas sistemas isolados.

Enquanto a classe residencial representa 31% para o consumo total, nos sistemas isolados essa percentagem chega a 52% [2]. Esse dado demonstra que grande parte dos consumidores em sistemas isolados são residentes da área urbana de pequenas cidades em que é inviável tecnicamente e economicamente a interligação ao SIN.

Vale destacar que os consumidores rurais apresentam uma pequena parcela de 6%, porém, tal classe não deve ser desprezada, principalmente na região amazônica.

3.3.1 Sistemas Elétricos Isolados no Amazonas

O sistema isolado no estado do Amazonas é considerado amplo, em levantamento feito pelo IEMA [58]. O estado possui 94 sistemas identificados e uma carga em sistemas isolados estimado em 17%, o que evidencia reflexos em inúmeros fatores que problematizam, principalmente ao consumidor.

O processo de implementação de energia elétrica no estado do Amazonas segue um histórico que remonta ao início do século XX, com a introdução da eletricidade nas principais cidades e povoados da região. Aqui vale o destaque para alguns marcos importantes na história da energia elétrica no estado:

Década de 1910: [60] Em Manaus, capital do estado, a energia elétrica começou a ser fornecida pela Companhia de Eletricidade do Amazonas (CEAM), estabelecida em 1912. A CEAM implantou usinas termelétricas para a geração de energia elétrica.

Década de 1960: [60] com o crescimento da demanda por energia elétrica, foi construída a primeira usina hidrelétrica no estado, a Usina Hidrelétrica de Balbina, inaugurada em 1989.

Década de 1990:[63] durante esse período, ocorreram mudanças significativas no setor elétrico brasileiro, incluindo a privatização de várias empresas de energia. No Amazonas, a CEAM foi privatizada em 1997 e passou a ser denominada Empresa Amazonense de Energia (Eletrobrás Amazonas Energia).

Década de 2000: [64] o estado do Amazonas enfrentou desafios relacionados à

expansão da infraestrutura elétrica devido à vasta extensão territorial e à dificuldade de acesso a muitas áreas. Foram realizados investimentos para ampliar a cobertura de eletrificação e levar energia elétrica a comunidades rurais e remotas.

Década de 2010: [65] No Amazonas, a busca por fontes de energia renovável ganhou destaque. Projetos de energia solar e eólica foram desenvolvidos para diversificar a matriz energética e diminuir a dependência das usinas termelétricas.

Até o triênio 2013/2014/2015, o estado do Amazonas era totalmente considerado uma área isolada do Sistema Interligado Nacional, o que implicava na ausência de interconexão com outras regiões do país para o fornecimento de energia elétrica. O abastecimento de energia no estado era realizado principalmente por meio de usinas termelétricas, que utilizam combustíveis fósseis, como óleo diesel e gás natural.

Para entender o sistema elétrico do Amazonas, tem-se o seguinte: tomado como base o percurso do Linhão de Tucuruí dentro do estado do Amazonas, se tem a seguinte rota: ele adentra pelo estado do Pará e passa através dos Municípios de Nhamundá, Parintins, Urucará, Silves, São Sebastião do Uatumã, Itapiranga, Itacoatiara, Rio Preto da Eva e Manaus.

O Linhão de Tucuruí chega à subestação de energia de Lechuga, que é uma das maiores do país e responsável por distribuir energia elétrica para toda a cidade de Manaus e região metropolitana. O Linhão de Tucuruí é uma importante infraestrutura energética para o estado do Amazonas, ajudando a garantir o fornecimento de energia elétrica para a população e para as indústrias da região. A figura 5 traz um recorte do trajeto dos municípios que o linhão cruza seus territórios.

O Linhão de Tucuruí é uma linha de transmissão de alta tensão que conecta a usina hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, à cidade de Manaus, no Amazonas. No estado do Amazonas, o Linhão passa por várias cidades e regiões, em um percurso total de cerca de 725 quilômetros. Segue em direção à cidade de Manaus, passando pela região metropolitana da cidade e atravessando o Rio Negro através de uma ponte estaiada, que foi construída para suportar os cabos de energia do Linhão.

Dentre as localidades se firmou um lócus da pesquisa, um local conhecido como Castanhal, localizado no Município de Urucará, a Figura 6 traz: (A) rota, Urucará -Castanhal-Manaus; (B) Rota, Com. Nossa Senhora de Fátima – Julião e Colônia Central - Manaus. Esses locais foram escolhidos tendo em vista a relação com o sistema de transmissão que passa próximo ao povoado ou está interligado. A comunidade de Castanhal fica na margem direita

do Rio Uatumã no Município de Urucará AM A 265 Km de Manaus.

A maior parte das comunidades de Urucará está situada a leste da sede municipal, nas proximidades do Rio Amazonas, em áreas de várzea e terra firme [67]. Estas comunidades são especializadas em atividades produtivas como cultivo de guaraná, pesca e cultivo de legumes e verduras. Destacam-se os distritos de Castanhal, Buçuzal e Sol Nascente, além de vários aglomerados menores na região.

As principais comunidades do município incluem: Castanhal (2.000 habitantes), Buçuzal (240 habitantes), Sol Nascente (238 habitantes), Santo Antônio (170 habitantes), Paraíso (162 habitantes), Divino (140 habitantes), Adventista (136 habitantes), São Pedro (103 habitantes) e Jabote (102 habitantes). A circulação entre a cidade e essas comunidades depende majoritariamente da navegação e dos pontos de acesso fluvial dentro do espaço urbano, que são utilizados de maneira diferenciada [67].

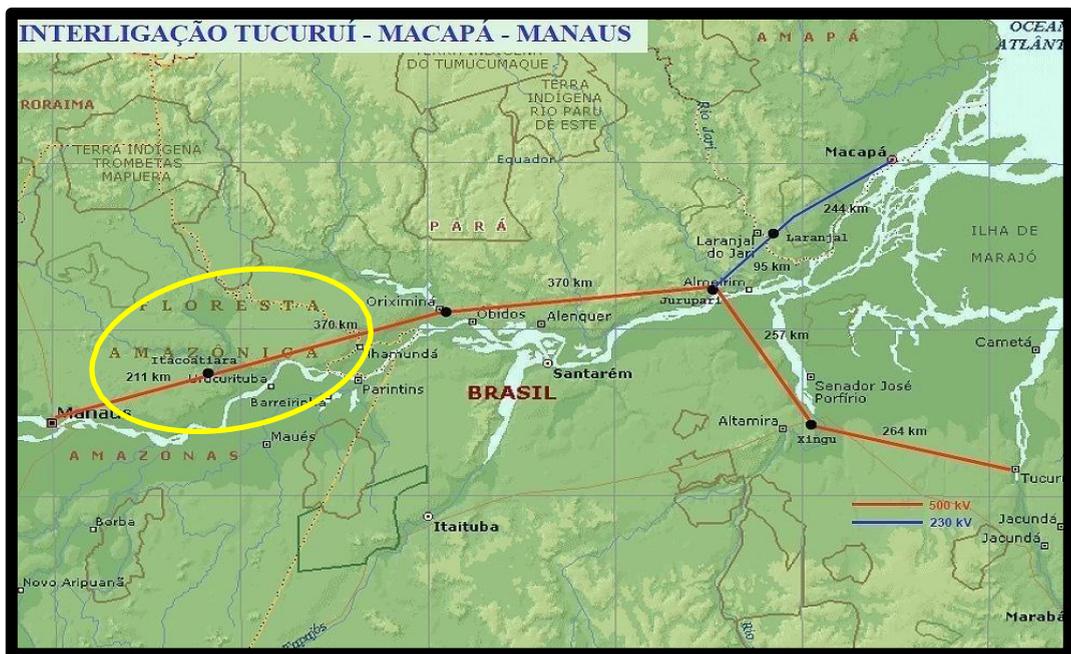


Figura 5 - Trajeto em território amazônico do Linhão de Tucuruí [66]

A comunidade Castanhal está situada às margens do rio Urucará, em uma área de floresta amazônica é acessível apenas por via fluvial [69]. A economia é baseada, principalmente, na agricultura familiar e no extrativismo, com destaque para a produção de farinha de mandioca, o cultivo de frutas e hortaliças, e a extração de produtos florestais como a castanha-do-brasil e o óleo de copaíba. A Comunidade de São Francisco que está localizada na margem esquerda do rio Urucará e é uma das maiores comunidades rurais da região, tem uma economia baseada na agricultura familiar e no extrativismo, com destaque para a

produção de farinha de mandioca e castanha-do-Brasil. A Comunidade de São Raimundo que está localizada na margem direita do rio Urucará e tem uma economia baseada na pesca e no extrativismo, é conhecida pela produção de farinha de tapioca e pela extração de óleo de copaíba.

A Comunidade de Santa Maria do Ipixuna, está localizada na margem esquerda do rio Ipixuna e tem uma economia baseada na agricultura familiar e no extrativismo.

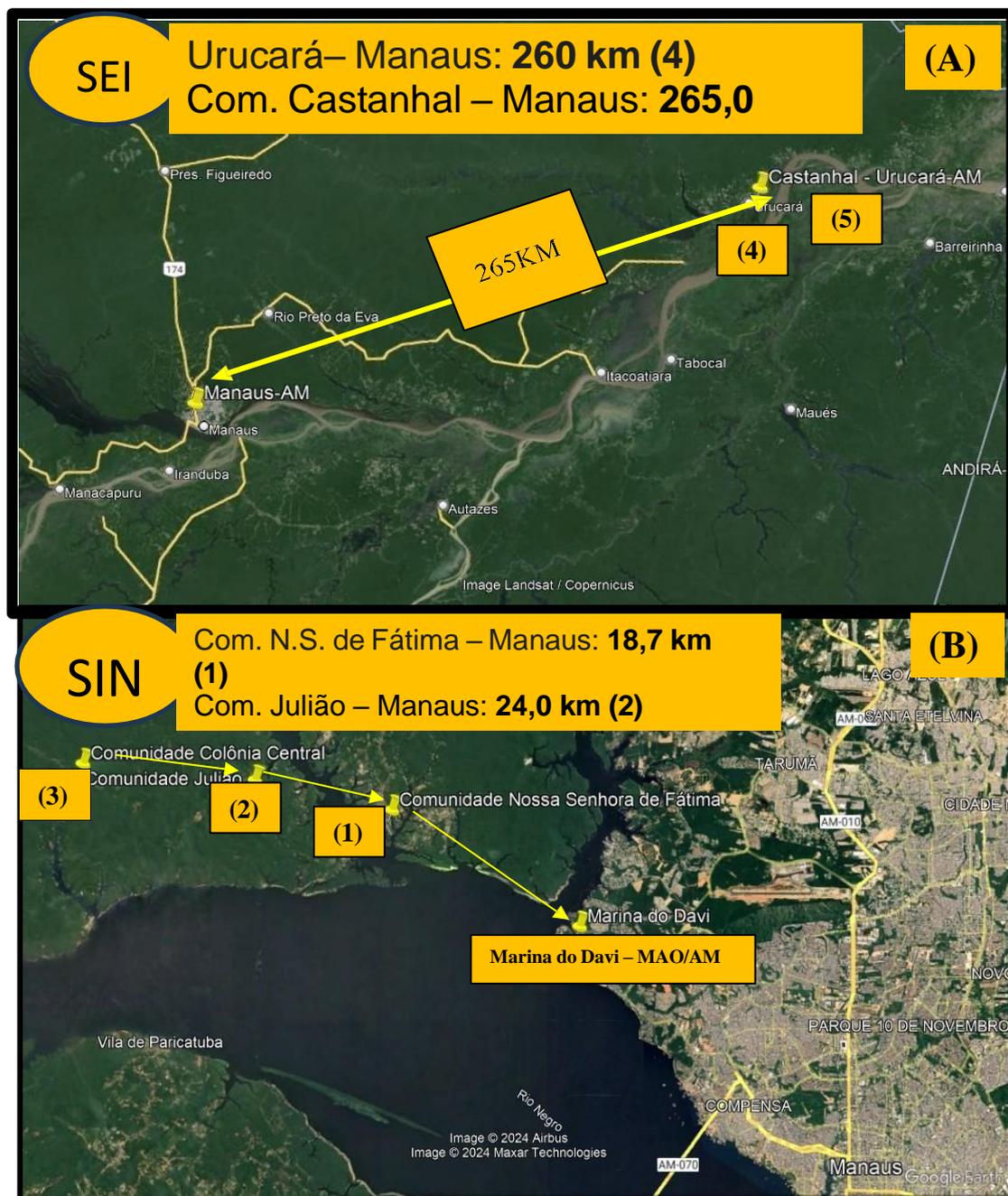


Figura 6 –(A)- A localização de Castanhal e do Município de Urucará AM em relação a Manaus; (B)- A localização de Nossa Senhora de Fátima; Julião e Colônia Central [67]

A comunidade é conhecida pela produção de farinha de mandioca e pela extração de óleo de copaíba e de andiroba. Comunidade de Nossa Senhora das Graças, está localizada na margem direita do rio Urucará e tem uma economia baseada na pesca, na agricultura familiar e no extrativismo. As comunidades conectadas ao SIN próximas à capital estão, em média, a apenas 24 km de Manaus, destacando as diferenças nos desafios de transmissão.

3.3.2 Programas e benefícios sociais com foco em energia elétrica no Brasil

No Brasil, existem diversos programas e benefícios sociais voltados para a energia elétrica, visando promover o acesso à eletricidade para populações de baixa renda e incentivar a eficiência energética. Alguns desses programas e benefícios são:

A Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) é um programa que proporciona descontos na fatura de energia para famílias de baixa renda. Destinado a beneficiários inscritos no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) que atendem aos critérios do governo, o programa visa facilitar o acesso à energia elétrica para aqueles em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Os descontos variam conforme o consumo mensal de energia e a faixa de renda da família.

Para acessar benefícios sociais e programas governamentais, existem critérios de renda específicos. Por exemplo, o Bolsa Família é destinado a famílias em situação de extrema pobreza (renda per capita de até R\$89) ou pobreza (renda per capita entre R\$89,01 e R\$178).

É importante destacar que a Tarifa Social de Energia Elétrica oferece descontos escalonados com base nas faixas de consumo. Quanto menor o consumo de energia elétrica, maior é o desconto aplicado na fatura.

O Programa Luz para Todos, visa levar energia elétrica a áreas rurais e comunidades isoladas, promovendo a inclusão energética e melhorando a qualidade de vida nessas regiões. Lançado em 2003 [72], o Programa Luz para Todos é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, em colaboração com a Eletrobrás e as concessionárias de energia elétrica. O objetivo do programa é promover a inclusão social e fornecer infraestrutura energética básica para populações em áreas rurais, ribeirinhas, quilombolas, indígenas e outras comunidades isoladas. O Programa de Eficiência Energética (PEE) é uma iniciativa que visa promover o uso eficiente da energia elétrica por meio de diversas ações. Entre essas ações estão a

substituição de equipamentos ineficientes, a capacitação de consumidores e a distribuição de lâmpadas de baixo consumo energético [73].

O Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL é uma das principais políticas públicas do Brasil para promover a eficiência energética e reduzir o desperdício de energia elétrica. Seus projetos se concentram principalmente em áreas como iluminação, climatização e refrigeração.

Existem benefícios especificamente para populações rurais, pois existem iniciativas governamentais que oferecem benefícios para produtores rurais, como tarifas diferenciadas para irrigação agrícola, que visam facilitar o acesso à energia elétrica neste setor. Além desses programas e benefícios, há também linhas de financiamento e incentivos para projetos de energia renovável e geração distribuída.

3.4 Ferramentas para levantamento Socioeconômico

Para realizar o levantamento socioeconômico das comunidades rurais que utilizam sistemas isolados, tem-se na literatura os indicadores socioeconômicos e os principais são destacados a seguir [74]: O PIB (Produto Interno Bruto) é uma medida que representa a soma total de todos os bens e serviços finais produzidos em uma determinada região ou país durante um período específico. Ele serve como um indicador do desempenho econômico, englobando diversos setores como agricultura, indústria e serviços.

A renda per capita é uma métrica que calcula a média de renda por pessoa em uma região ou país, dividindo o PIB pelo número total de habitantes. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) varia de 0 a 1, com valores mais próximos de 1 indicando um maior nível de desenvolvimento humano. O Coeficiente de Gini mede a desigualdade de renda em uma região ou país. Ele varia de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam uma maior desigualdade de renda.

Esses indicadores socioeconômicos, como PIB, IDH, Coeficiente de Gini e taxa de desemprego, são usados para avaliar o desenvolvimento de uma região ou país. A análise combinada desses indicadores proporciona uma visão abrangente da situação socioeconômica e é essencial para o planejamento de políticas públicas e desenvolvimento sustentável. Portanto, optou-se por utilizar a correlação de dados estatísticos, conforme descrito na metodologia do estudo [75].

Na presente pesquisa, o questionário foi um instrumento convencionado para a coleta

de dados junto às comunidades para o entendimento da condição socioeconômica da população alvo da pesquisa e foi aplicado de modo digital e físico pela plataforma *google forms*.

Capítulo 4: Metodologia

O conjunto de suporte que foram utilizados para a realização dessa pesquisa estão aqui apresentados, fazendo referência na identificação dos impactos socioeconômicos que os SEI promovem nas comunidades rurais que estão situadas na extensão do Linhão de Tucuruí, no percurso dentro do Estado do Amazonas.

4.1 Materiais

Para analisar o impacto socioeconômico do SEI foi feita a consulta às comunidades que fazem parte do percurso do Linhão, tomando como referência a comunidade de Castanhal, na região rural de Urucará, onde foi aplicado questionário estruturado via *Google Forms* (*Anexo 1*), com a realização preliminar de palestras e acompanhamento no momento de respostas, e de maneira presencial se aplicou os instrumentos para obtenção de dados. Adicional à comunidade citada foram consultados consumidores da Região do Perímetro urbano e Rural do Município de Urucará, que não são conectados ao SIN, bem com as comunidades da região Tarumã Mirim (Colônia Central, Nossa Senhora de Fátima e Julião) que estão conectadas ao SIN pelo vínculo direto do sistema de Manaus-AM.

Foi feita a pesquisa bibliográfica e documental, trazendo os dados da literatura para obtenção dos resultados. A busca por informações que demonstram a realidade dos moradores das localidades e seus mais internos dilemas com relação à energia elétrica passaram a ser instigados no sentido de demonstrar a relação entre o período presente e as realidades construídas em conjunto com o processo de expansão da energia elétrica nas regiões rurais isoladas ou remotas da Amazônia.

Uma das situações selecionadas para a análise da realidade das comunidades é o impacto da energia elétrica praticada em regiões rurais, que variam dependendo da localização e do tipo de fornecimento de energia que chega às localidades.

Em algumas áreas mais remotas, ou distante dos centros urbanos, a energia elétrica era consumida por meio de geradores a diesel de centrais termelétricas. Já em outras comunidades mais distantes, apesar de se localizarem numa vasta faixa territorial, estão geograficamente mais próximas da Zona Metropolitana de Manaus e estão conectadas ao SIN via sistema Manaus.

Nesse caso, das comunidades conectadas ao SIN, a energia elétrica fornecida se torna

desafiadora à sobrevivência das atividades socioeconômicas, devido a intermitência e instabilidade da energia elétrica disponibilizada, trazendo uma realidade que fragiliza a produção, educação, saúde, comércio, dentre outras atividades que dependam de energia elétrica para sua funcionalidade.

Em regiões rurais, as tarifas de energia elétrica são diferenciadas das áreas urbanas, principalmente devido aos custos mais elevados de geração e distribuição [97]. Esses custos são influenciados pela dispersão das populações, maiores distâncias para transporte de energia e o menor consumo per capita em comparação às áreas urbanas. Em muitos casos, programas governamentais visam mitigar essas tarifas para as populações rurais, como forma de garantir o acesso à energia a preços mais acessíveis.

Na Amazônia, a necessidade das populações é a disponibilidade de uma energia elétrica estável, sendo uma das queixas mais recorrentes, pois a falta, ou o fornecimento racionado trazem prejuízos às atividades das localidades.

No país, existem programas do governo que subsidiam a tarifa de energia elétrica para consumidores de baixa renda e/ou em áreas rurais, como é o caso do Programa Luz para Todos, mas ainda existem lacunas a serem verificados e elucidados, principalmente, pela dificuldade de leitura e escrita dos consumidores para requerer as adequações de consumo.

De modo geral, é importante destacar que a energia elétrica utilizada em regiões rurais do Brasil gera impacto significativo no desenvolvimento socioeconômico dessas áreas, por essa razão que a energia deve ser de qualidade, pois promove a realização de diversas atividades econômicas e sociais que anteriormente não eram nem pensadas.

A seleção de materiais adaptados para a realidade amazônica é um grande desafio devido às características geográficas e climáticas da região. O acesso às comunidades muitas vezes depende de transporte fluvial, e as redes de energia enfrentam diversos obstáculos, como a travessia de áreas de floresta e rios [60]. Além disso, fenômenos naturais como ventos fortes, chuvas intensas, queimadas e outros fatores contribuem para a interrupção ou instabilidade no fornecimento de energia elétrica.

Foram utilizados materiais para visita em campo, o acesso às comunidades se utilizou barco, material de pesquisa em rede e em material impresso.

4.2 Métodos

Foram aplicados estudos bibliográficos para identificar as Comunidades Isoladas, por

Município, no Estado do Amazonas no percurso do Linhão de Tucuruí e comunidades das adjacências de Manaus, com relação a utilização da energia elétrica e situação socioeconômica. Realizou-se a busca na literatura, portais de periódicos, manuais, documentos oficiais que descrevem o trajeto da Linha transmissão do Tucuruí dentro do estado do Amazonas e qualificar a Comunidade Castanhal no Município de Urucará como o lócus da pesquisa, descrevendo sua característica socioeconômica (1).

De posse das informações teóricas realizou-se o levantamento das maiores causas de vulnerabilidades sociais, dos sistemas elétricos isolados, em decorrência da utilização da energia elétrica, levando em consideração a estrutura, a forma de geração praticada e a oferta de recursos sustentáveis presentes nas localidades. Foram aplicados instrumentos de coleta de dados (questionários com perguntas abertas e fechadas, entrevistas e visitas in lócus), para coleta de dados com a comunidade. (2).

Cumprido os passos 1 e 2, foram relacionados e correlacionados os dados da realidade das comunidades visitadas com as informações da literatura para perfilar condições de identidade das populações, locais e atividades socioeconômicas. Foram utilizados métodos quali-quantitativo com a tabulação dos dados em tabelas, gráficos e quadros, intuitivamente para explicitar a pesquisa na linguagem gráfica e acessível para as discussões dos resultados. (3).

Considerando que a população da pesquisa é do tipo finita [76]¹, a fórmula para calcular o tamanho da amostra a ser utilizada na pesquisa e está descrito abaixo e a amostra está destacada na Tabela 3:

$$n = \frac{(N * Z^2 * p * q)}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q} \quad (3)$$

Onde:

n: Número de indivíduos Amostra;

N: Tamanho da População;

Z = 1,282: Valor crítico para 80% de confiança;

p = 0,5: Proporção desejada dos indivíduos em estudo;

q = 0,5: Proporção indesejada de indivíduos neste

estudo; E = 0,1: Margem de Erro

Então, substituindo os dados:

Tabela 3 - Cálculo da amostra

Comunidades	População	Amostra população Finita
Castanhal	2000	40
Colônia Central	184	34
Comunidade Julião	200	34
Nossa Senhora de Fátima	737	39
Urucará	18631	41

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste sentido, visando garantir a viabilidade do processo de coleta de dados, a amostra calculada para cada comunidade é do tipo casual. Utilizando como método de amostragem a técnica denominada “bola de neve”. Essa abordagem é útil em populações difíceis de alcançar. Você começa com um pequeno número de participantes e solicita que eles indiquem outros indivíduos que conhecem e que atendem aos critérios da pesquisa.

Se faz conveniente ressaltar que a amostra utilizada foi considerada pequena e isso aumentou a margem de erro, o que requer maior cuidado na correlação dos dados. Esse fato foi levado em consideração e houve um esforço para buscar uma amostra mais robusta e isso foi comprometido pelas dificuldades sazonais da região que passou por uma seca severa e para chegar às populações requer muito mais recursos e não havia disponibilidade no momento. A aplicação de formulários online não teve um feedback satisfatório, devido a baixa escolaridade dos comunitários e a limitação com uso de material eletrônico não foi possível estender a amostra.

4.3 Lócus / amostra da Pesquisa

O Estado do Amazonas é um estado bastante extenso e apresenta uma grande diversidade de regiões rurais. A maior parte do estado é composta por áreas de floresta e rios, e muitas comunidades rurais dependem da extração de produtos florestais, da pesca e da agricultura familiar para sobreviver. Por outro lado, a vasta malha fluvial deixa a locomoção especificada para cada região.

O estado do Amazonas apresenta regiões rurais com características distintas: Rio

Negro: Localizado na região oeste, é uma das áreas mais preservadas da Amazônia. As comunidades rurais da região vivem da pesca, do extrativismo e da agricultura familiar.

Médio Solimões: Situado na região central do estado, é uma das áreas mais populosas do Amazonas. A região é composta por diversas comunidades ribeirinhas que dependem da pesca, da agricultura familiar e da criação de animais.

Alto Rio Madeira: Localizado na região sudoeste, é uma das áreas mais isoladas do estado. As comunidades rurais vivem da pesca, da agricultura familiar e da extração de madeira e produtos florestais.

O Baixo Amazonas, situado na região oeste do estado, é uma das áreas mais desenvolvidas do Amazonas. As comunidades rurais da região vivem da pesca, da agricultura familiar e do comércio de produtos regionais.

O estudo direciona para as comunidades, sejam as que estão localizadas no trajeto do Linhão de Tucuruí e outras que se encontram em suas adjacências, assim, usufruem da energia elétrica dentro da Zona Metropolitana de Manaus – Amazonas. Escolheu-se o lócus da Pesquisa as Comunidades de Castanhal, no município de Urucará no Baixo Amazonas e parte da população no perímetro urbano/rural do mesmo município sendo essas comunidades não conectadas ao SIN, embora estejam em seu trajeto; as comunidades da zona rural do Município de Manaus, no Tarumã Mirim, a Comunidade de Nossa Senhora de Fátima, e na RDS BioTupé as comunidades de Colônia Central e Julião, tais comunidades estão conectadas ao SIN pelo sistema de Manaus.

Urucará é um município localizado no estado do Amazonas, na região Norte do Brasil. Situado na mesorregião Centro Amazonense e na microrregião Parintins, o município tinha 17.094 habitantes de acordo com o censo de 2010 realizado pelo IBGE. Em 2015, a população totalizou 17.163 habitantes, e em 2016, a estimativa foi de 17.065 habitantes. Em 2017, a população estimada foi de 16.968 habitantes. Para fins de pesquisa, foi adotada a taxa populacional mais recente do IBGE, que é de 18.631 habitantes.

O município de Urucará cobre uma área de aproximadamente 27.903,372 km², com uma densidade demográfica de 0,61 habitantes por km² [77]. A maior parte das comunidades de Urucará está concentrada a leste da sede municipal, nas proximidades do Rio Amazonas, em áreas de várzea e terra firme. As principais atividades produtivas incluem o cultivo de guaraná, a pesca, e a produção de legumes e verduras, com destaque para as comunidades de Castanhal, Buçuzal e Sol Nascente (que são consideradas distritos), além de vários aglomerados menores na região.

Entre as principais comunidades de Urucará estão [78]: Castanhal (2000 habitantes); Buçuzal (240 habitantes); Sol Nascente (238 habitantes); Santo Antônio (170 habitantes); Paraíso (162 habitantes); Divino (140 habitantes); Adventista (136 habitantes); São Pedro (103 habitantes); Jabote (102 habitantes). A intensa mobilidade entre a sede municipal e essas comunidades geralmente depende da navegação e de pontos de acesso fluvial dentro da área urbana, sendo esses pontos utilizados de forma diferenciada.

Desse universo de comunidades, sendo o Distrito de Castanhal, muito próximo à sede do Município, assume a característica de bairro com seus 2000 habitantes, constituindo uma povoação com mais de 200 famílias, divididos em residências típicas de terras firmes. Foram selecionados 40 comunitários para responder os questionários online/presencial, além de outros 41 participantes da zona urbana/rural da periferia de Urucará.

Por outro lado, Manaus, capital do estado do Amazonas, apresenta uma condição socioeconômica marcada por contrastes. Segundo o IBGE, a cidade é o principal centro econômico da região Norte, impulsionada pela Zona Franca de Manaus, que atrai investimentos, especialmente no setor industrial. No entanto, a desigualdade social é uma característica marcante da cidade, onde uma parcela significativa da população enfrenta condições de vulnerabilidade social [79,80].

A população de Manaus, estimada em aproximadamente 2,2 milhões de habitantes em 2023, é predominantemente jovem, com uma média de idade inferior à de muitas capitais brasileiras. A cidade também apresenta uma diversidade étnica significativa, composta por pessoas de diferentes origens, como indígenas, ribeirinhos, descendentes de europeus, africanos e imigrantes de outras regiões do Brasil [79, 80].

A distribuição de renda é desigual, e a pobreza atinge parte considerável da população. Em termos de infraestrutura básica, muitos bairros periféricos carecem de saneamento adequado, e o acesso à saúde e educação também apresenta desafios. Segundo o IBGE, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Manaus está acima da média do estado, mas ainda apresenta grandes disparidades internas [81].

O IDH de Manaus é avaliado de forma global, mas há uma clara diferença entre as áreas urbanas e rurais. De acordo com os dados mais recentes, Manaus possui um IDH considerado alto, com um valor de 0,737, que reflete a média geral da cidade [82]. Contudo, quando se analisa as áreas rurais, o IDH tende a ser inferior devido ao menor acesso a serviços essenciais como saúde, educação e infraestrutura de qualidade.

Como meio de compreender os impactos das socioeconômicos foram aplicados os

questionários em comunidades da zona rural de Manaus que estão conectadas ao SIN, sendo:

A Comunidade Nossa Senhora de Fátima, situada na confluência do igarapé Tarumã-Mirim com o Rio Negro, é a mais próxima de Manaus, a cerca de 10 km da capital. O acesso à comunidade pode ser feito tanto pela via fluvial, através do Porto da Marina do Davi, localizada na estrada da Ponta Negra, com o serviço de catraia da ACANDAF (Associação dos Catraieiros da Comunidade Nossa Senhora de Fátima), quanto é por via terrestre, pela BR-174 (Manaus-Boa Vista), através do ramal no km 21 numa localidade denominada Ramal do Pau Rosa [83].

Este ramal, com 80 km de estrada de barro em condições precárias e sem pavimentação, torna a locomoção difícil, resultando em um tempo médio de 1 hora e 30 minutos de viagem, que pode aumentar em dias de chuva. Diante dessas dificuldades, a maioria dos moradores opta pelo transporte fluvial, utilizando lanchas como principal meio de locomoção. No total, 39 moradores participaram das atividades da pesquisa, de um total de 737 habitantes da localidade.

As duas outras comunidades participantes da pesquisa estão na RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável) do Tupé que possui área total de 11.973 hectares e perímetro de 47.056 metros, são formadas por seis comunidades, coordenada pela SEMMAS (Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade) do executivo municipal de Manaus são elas: Agrovila, Julião, Nossa Senhora do Livramento, São João do Tupé, Tatulândia e Colônia Central [84].

As Redes de proteção são áreas naturais, que abrigam populações tradicionais, designadas como objetivo de conservar a natureza, assegurando as condições necessárias para reprodução, qualidade de vida, exploração dos recursos naturais, conservação e aperfeiçoamento do conhecimento e as técnicas de uso consciente do ambiente por estas populações. Dentre as comunidades da RDS BioTupé, destacam-se nessa pesquisa a Comunidade Colônia Central e Julião.

A Comunidade Colônia Central, é localizada na zona rural, à margem esquerda do Rio Negro, a oeste da cidade de Manaus-AM, distante aproximadamente 25 quilômetros em linha reta a partir da zona urbana, a uma altitude média 20 metros acima do nível do mar, na RDS BioTupé. Na Comunidade Colônia Central, que tem cerca de 184 habitantes, participaram da pesquisa 34 comunitários.

A outra é a Comunidade Julião que está localizada a 25km do centro da cidade de Manaus, na RDS BioTupé, fundada no ano de 1992, situa-se às margens dos Igarapés Farias

e Julião, e recebeu esse nome por causa do primeiro morador que, junto com sua família, ocupou as terras onde se situa a Comunidade. Na pesquisa participaram 34 comunitários de um universo de 200 comunitários que residem tradicionalmente na localidade. Assim, de um universo de 19.752 habitantes, a amostra contempla 188 comunitários provenientes das cinco comunidades participantes da pesquisa que, voluntariamente, se dispuseram a contribuir com os estudos, respondendo aos instrumentos de coleta de dados.

Capítulo 5: Resultados e Discussões

Esta seção apresenta os resultados do estudo voltado à identificação dos principais impactos socioeconômicos ocasionados pelos SEI nas comunidades rurais do trajeto do sistema de transmissão Tucuruí- Manaus, pois tais comunidades não são conectadas ao SIN. Por outro lado, foram incluídas na pesquisa comunidades da Zona Metropolitana que atualmente estão conectadas ao SIN. Serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa aplicada nas comunidades isoladas e interligadas ao SIN.

As intervenções por meio de entrevistas qualificadas utilizando questionários e identificação in lócus do problema com relação à energia elétrica que é praticada nas comunidades, as relações com o linhão e a situação socioeconômica das localidades.

Outro ponto que o estudo procurou identificar foram as causas das maiores vulnerabilidades sociais das populações que vivem nesses SEI. A energia elétrica é um recurso crucial para o desenvolvimento e organização social. No entanto, seu uso inadequado pode causar problemas para os usuários, especialmente quando não há políticas públicas adequadas que assegurem um uso sustentável e acessível para toda a população.

Diante das evidências encontradas, foi feita uma correlação dos dados para situar a realidade dessas comunidades à perspectiva de novas aplicações, de verificar um meio das concessionárias compensarem tais localidades com alguma forma de fornecimento de energia sustentável.

O estudo abordou as possibilidades de entender a relação custo-benefício da energia elétrica nas comunidades, buscou interagir com o comunitário acerca de suas percepções sobre a realidade do sistema de transmissão, suas razões e causas.

5.1 Percurso do Linhão de Tucuruí no Estado do Amazonas

Seguindo o sentido da estrutura dos Municípios, o sistema de Transmissão adentra o Amazonas pelo município de Nhamundá, entretanto, a cidade não está conectada ao SIN, este somente passa em seu território. Trata-se de um município localizado na Mesorregião do Centro amazonense e tem uma população estimada de um pouco mais de 21 mil habitantes, a densidade demográfica fica em torno de 1,5 habitantes por km² no território municipal. Faz

divisa com o Município de Faro/PA do qual recebe a linha de transmissão [85].

A sede do município está localizada em uma ilha e seu território abrange 62 comunidades rurais. Nhamundá tem uma forte influência da cultura indígena, com origens que remontam às antigas povoações indígenas do início do século XVI [86]. Entre os grupos indígenas que habitavam a região estão os tcháwhiyána, hixkariana, sákáka, kamáeyana, chiriwiyána, kumuyána, wari condurizes e jamundás, sendo o tuxauá (líder) dessa última tribo conhecido como Jamundá.

As torres de transmissão atravessam a faixa do território de Terra firme do Município, por ser uma região de muitos igarapés e afluentes, tem uma faixa de região de várzea, também. A base de geração de energia elétrica é a fonte Termelétrica com a central de distribuição localizada na sede do Município. Trata-se de uma região com locais de difícil acesso e em locais de território indígena ou na região denominada Alto Nhamundá, o sistema de energia elétrica Luz para Todos não chega a todos os locais. Nesses lugares a alimentação de energia elétrica é da forma gerador local, mais efetivamente vinculada a escola da comunidade.

A funcionalidade dos geradores é vinculada aos horários das aulas e o fornecimento de água tratada é feito com poços artesianos. A Figura 7 descreve o trecho de acesso do sistema de transmissão no município de Nhamundá/AM.

A linha de transmissão é um instrumento de desenvolvimento, pela sua imponência traz consigo grandes fatores passivos de análises para a vida das comunidades de seu entorno e mais, a natureza passa a ter nova configuração com a presença de nova estrutura nos locais.

Numa escala de possibilidades, como a maioria da população é de baixa renda, adquirir um kit solar, por exemplo, é inviável sem o auxílio das políticas públicas ou de entidades que possam subsidiar melhorias. Outras formas de obtenção de energia podem ser aplicadas nas regiões, e necessita de estudos da região que detém muitos mananciais de água, cachoeiras e floresta densa entre outros meios potenciais geradores de energia elétrica.

A Torre de transmissão avança em direção à Capital do estado do Amazonas e adentra a região leste do Município de Parintins cruzando dois distritos denominados de Caburi e Mocambo. Essas regiões situam-se à margem direita do Rio Amazonas, no sentido de subida do Rio, rumo a cidade de Manaus. As agrovilas de Caburi e Mocambo acumulam uma população de aproximadamente cinco mil habitantes cada.

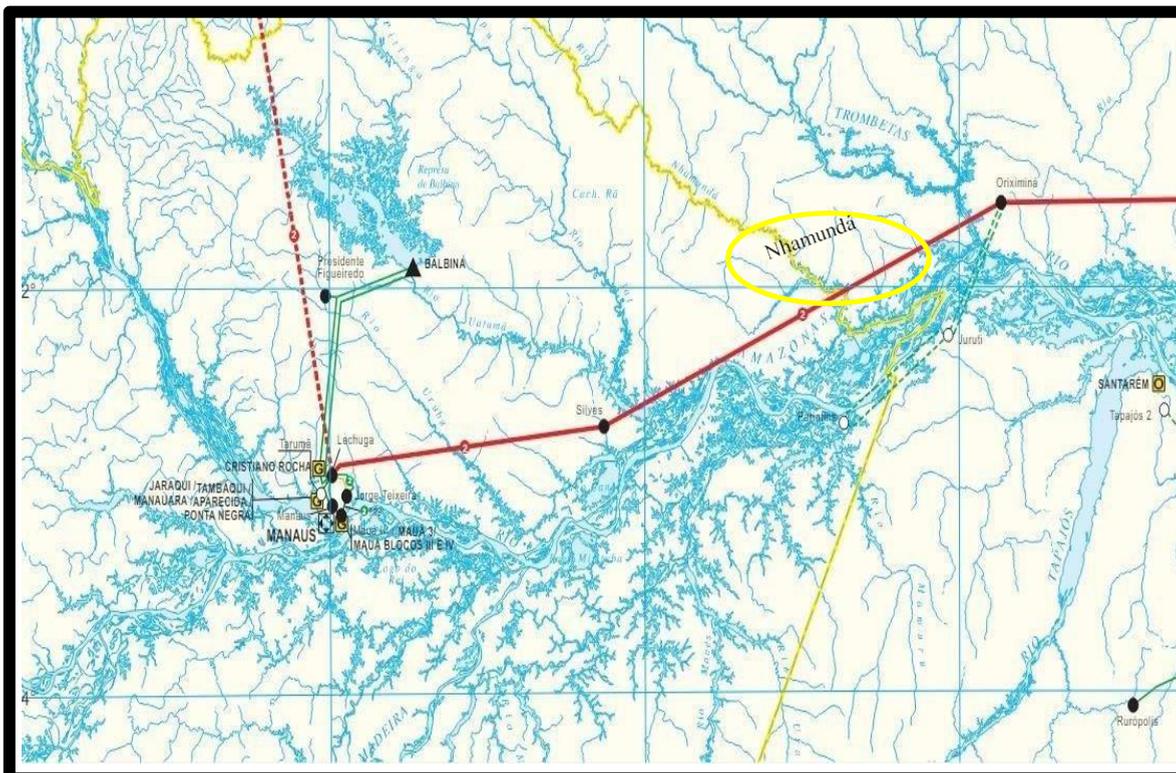


Figura 7 - Mapa Geométrico – Rede de Operação Norte -Nordeste 2019. Entrada no território de Nhamundá/AM [2]

O Município de Parintins é o segundo maior centro populacional do estado, com a população estimada em 116.439 habitantes [87], sua base econômica está na agricultura familiar, agropecuária e turismo. A forma de geração de energia elétrica, foi atualizada para a conexão ao SIN em agosto de 2023, para a sede do município, nas regiões mais afastadas, como os distritos que ficam na margem oposta do rio a geração, é por meio de Termelétrica instalada na localidade.

A interligação do Município ao SIN foi efetuada recentemente e não contempla os distritos, que se situam na margem oposta da sede do município e a interligação à sede do município de Parintins foi feita com uma transposição que ocorreu no município de Óbidos no Pará.

Quanto aos Distritos, a atividade econômica das regiões é basicamente a agricultura familiar, a pecuária, a pesca, localizadas em região de terra firme, tem estrutura de cidade com escolas, praças, posto de saúde, agência de correios, bancos e outros. Possui água tratada gerida por uma autarquia municipal denominada Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Parintins (SAAE/PIN).



Figura 8 - (A) Linha de transmissão em Parintins, Margem direita do rio Amazonas(B) Central Termelétrica atual em Caburi. (C) Antiga central e escritório da companhia na localidade [88]

Quanto a geração e fornecimento de energia elétrica é feita através de uma usina termelétrica a óleo diesel. As localidades até a segunda década dos anos 2000 possuíam usinas locais, com a ocorrência de um incêndio em um grupo gerador na usina de Caburi e os desvios constantes de combustíveis no trajeto por balsa até às localidades, o fornecimento de energia elétrica então ficou centralizado, na Usina Termelétrica localizada na Agrovila do Caburi que distribui para toda a região da margem direita do território municipal.

A característica da população dessa região é de trabalhadores rurais e pescadores, o

município tem forte influência da cultura japonesa, pelo cultivo da juta e malva, tem a festa do Boi Bumbá que se realiza anualmente no mês de junho. A educação no município tem forte influência na mudança de vida da população, seja na sede do município ou nos distritos de Vila Amazônia, Caburi e Mocambo, que são locais que têm prioridade nessa área, isso situa Parintins, entre os Municípios do estado, o que tem a população com grande interesse voltada a educação e a cultura.

Os ribeirinhos da localidade são típicos da Amazônia e vivem basicamente da pesca artesanal de períodos de piracema, pesca do camarão (Comunidade Brasília) e artesanatos na Região da Valéria e Gleba de Vila Amazônia.

A sociedade rural ribeirinha de Parintins tem suas necessidades mais acentuadas quando se trata de educação e saúde, por ter uma vasta faixa de várzea e do lado direito do rio Amazonas, os serviços de iluminação pública não chegam a determinados locais, por causa das terras caídas e pelo período de morada que é somente no período de seca, época que o gado está nos pastos de várzea e isso deixa uma parcela da população desassistida, com pouca oportunidade de melhorias. O trajeto do linhão na região de Parintins enfatiza a distância do aglomerado de pessoas, além de destacar a usina termelétrica da localidade em três estágios. A usina desativada, o escritório de aplicações e a nova termelétrica em operação (Figura 8).

Passando do Município de Parintins, o Linhão adentra o Município de Urucará, mais precisamente, nas comunidades de Carará Açu, Marajatuba, São Raimundo, Colônia Marajzinho, Vila Nova, Vila Amanay, Castanhal (Locus), Buçuzal e Praia de Maripá.

O município de Urucará tem uma população estimada de 18.631 habitantes e uma densidade demográfica de aproximadamente 0,62 habitantes por km². A economia local baseia-se em interações com a terra, a floresta e as águas da região. Atividades como a agricultura de subsistência, práticas extrativistas e pesca são fundamentais, com a várzea desempenhando um papel central na vida e nas relações territoriais da comunidade [89]. A Figura 9 destaca a passagem do linhão em território de Urucará, com destaque para a comunidade de Castanhal nas proximidades da torre de transmissão.

A base de geração de energia é a termelétrica a diesel para a matriz do município, como o território tem área de várzea e terra firme, a região de várzea é a mais prejudicada devido o programa Luz para todos não atingir todas as regiões remotas.

Apesar da proximidade com o Município de Urucará, na Comunidade Castanhal não houve avanços significativos no tocante ao fornecimento de energia elétrica, mesmo com os serviços prestados por meio da usina termelétrica de Urucará.

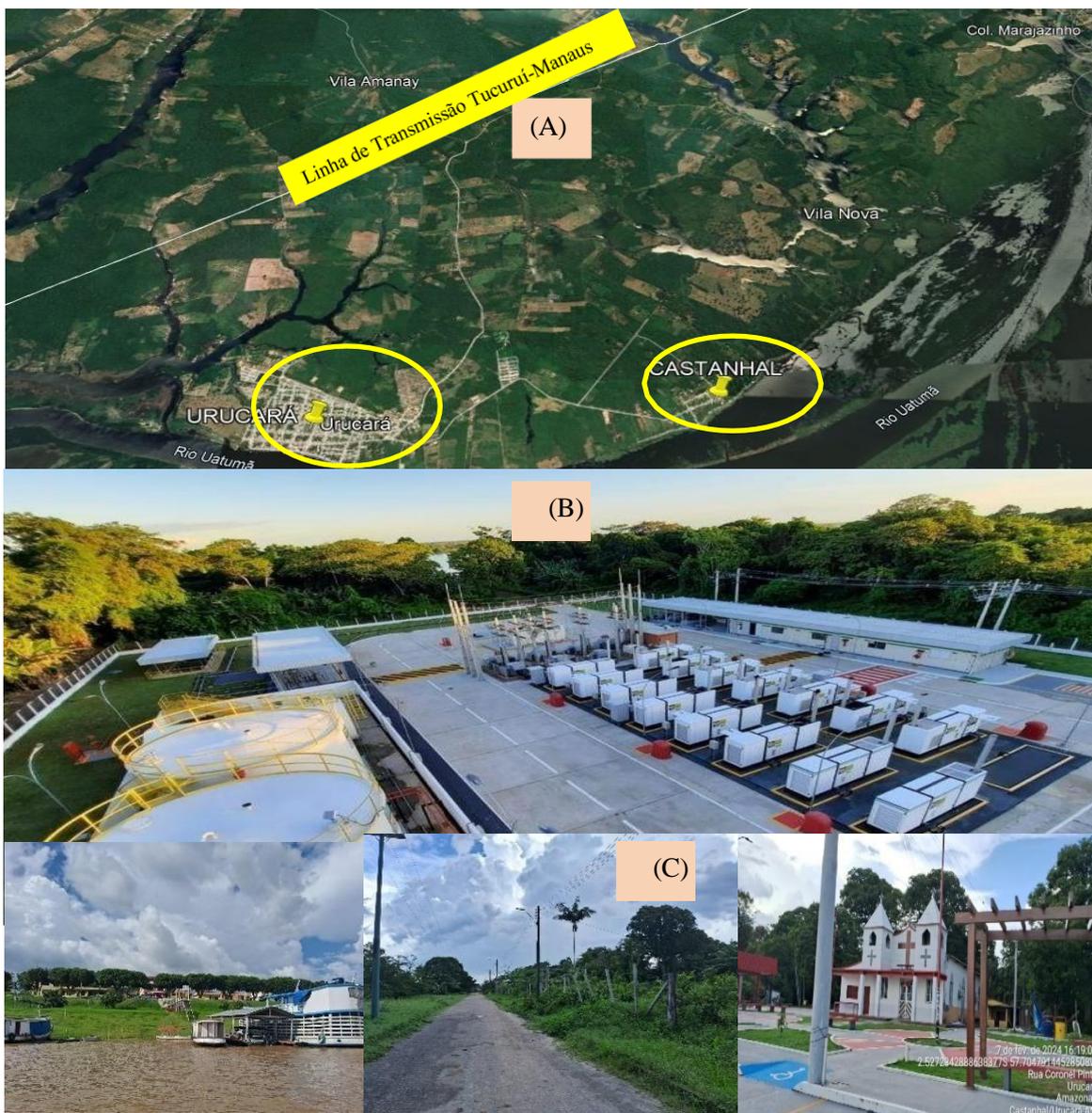


Figura 9 - (A) Trajeto da Linha de transmissão no Território de Urucará. (B) Vista do Alto da Central Termelétrica de Urucará. (C) Recortes da Comunidade de Castanhal [88]

A expressão de sistemas isolados não leva em consideração certos perfis de comunidades, entende-se que os sistemas isolados na região norte sejam maiores que os destacados no levantamento do operador nacional de Energia. Essa pode ser uma das dificuldades de implementação de políticas de desenvolvimento social por falta de visibilidade.

A caracterização dos hábitos, costumes e tradições dos ribeirinhos é de grande importância regional, uma vez que as cidades amazônicas foram inicialmente estabelecidas ao longo dos rios, com seus trapiches e portos [90].

Na região amazônica, a estrutura social guarda sinais simples de uma sociedade que abdicou de muitos valores e se potencializou pela oferta mínima de produtos para sua sobrevivência. A característica das cidades, das vilas e das casas segue a um rito que se propaga com o tempo. A adaptação para os períodos sazonais prediz um planejamento anual que engloba pessoas, animais, cultura e religiosidade.

Tentando entender a dinâmica de adaptabilidade da população e as bases que são associadas para sua sobrevivência, trazendo um quesito de diferença para outras populações que preservam seus dons e costumes.

Norbert Elias argumenta que a identidade envolve tanto as diferenças quanto as semelhanças entre os indivíduos em uma sociedade [91]. Ele distingue dois tipos de identidade: a identidade-eu, que se refere às características individuais, e a identidade - nós, que diz respeito às semelhanças dentro de um grupo social. Para discutir a identidade de forma completa, é necessário considerar o estágio de desenvolvimento da sociedade em questão.

A sociedade flutua nas mudanças que pairam sobre suas realidades, e a forma como ela vive e descreve seu cotidiano formulam conceitos que moldam as características de cada indivíduo de uma sociedade.

A sociedade é construída pelo conjunto, uma somatória de indivíduos que atuam na sua construção, do “eu” e dessa forma o valor associado ao controle e a forma de poder estar nesse controle que transformam e desequilibram ações, por outro lado o “nós” sociedade deve sobrepor o eu identidade. Assim como na construção de um conjunto, o indivíduo vai se apoderando de saberes, constrói crenças e desloca sua vida para uma escolha de sobrevivência. A identidade responde à pergunta 'quem sou eu?' tanto como ser social quanto individual. É crucial entender que, na dialética entre identidade-eu e identidade - nós, 'não há identidade-eu sem identidade - nós.' O que varia é a ponderação entre esses dois aspectos, ajustando o padrão da relação entre eu e nós [92].

Aprender a viver na adversidade é a caracterização do indivíduo a sobreviver com situações que deformam e reformam papéis e é uma iniciativa de constante aprendizagem. Ao caboclo amazonense das comunidades rurais, a escolha foi adaptar-se às condições que o ambiente favoreceu e buscou trazer para si as oportunidades de sanar suas necessidades, seja explorando os rios, as matas, as crenças e a sua sobrevivência decorrendo desse misto de oposições. Com a chegada da energia elétrica os conceitos, que já haviam se adaptado para a sobrevivência recorre a outras inovações, percorre a um contexto de oportunidades. Com a energia muitas mudanças passaram a serem sentidas, mas surge contradições, pois à medida

que chega à possibilidade de aproveitamento para sua comodidade e a valorização de seus produtos e serviços, veio os riscos com a perturbação de novas pessoas que invadem o meio e exploram a ingenuidade local.

Ao cidadão da localidade rural cabe a oportunidade de aprendizagem, a maneira em lidar com a expertise de uma construção que aciona novos valores que coloca em questão alguns já efetivos e que promove crescimento. A sociedade está em constante transformação e a identidade está devidamente associada a valores que podem ser diferentes para diferentes povos.

Na moldagem da interiorização da energia elétrica, vale ressaltar, que requer zelo com a população que se vulnerabiliza pelo não preparo para novas aquisições e por vezes, tendenciosamente são massacrados pela imposição e má intenção de terceiros.

5.2 Identidade das comunidades Amazônicas e o anteparo da Energia Elétrica

A identidade do cidadão amazonense traz consigo um misto da construção forjada na resistência às adversidades da natureza, a sobrevivência em regiões longínquas e de pouca estrutura faz dessa população um público hospitaleiro, com a capacidade regenerativa de opções de sobrevivência pela persistência.

A realidade das populações tradicionais da Amazônia dá critérios para o desenvolvimento de competências que os torna diferenciados de outros indivíduos das demais regiões do Brasil, nessa corrente que traz a influência da natureza na forma de vida das pessoas é o que permite que seja conhecido por suas habilidades e resistência.

A característica da população rural da Amazônia consiste numa miscigenação de raças, costumes e crenças, o conhecimento é algo que faz dessa população uma classe sedenta de melhorias para se emancipar, obtendo, também subsídios para sobreviver com mais qualidade em simbiose com a natureza e valorização de seus potenciais para gerir riquezas, explorar possibilidades e se mostrar valorizada.

A proposta delineada consiste em visualizar a realidade das comunidades, essa realidade está frisada na forma de subsistência, na maneira de subsidiar ganhos e manter a qualidade de vida.

Como estão as comunidades rurais no percurso do Linhão de Tucuruí? Com a

perspectiva em saber como é a forma de sobrevivência fica acessível a maneira de acionar a sua identidade, a construção e manutenção de valores que exemplificam a realidade de cada comunidade explicitamente.

Nos núcleos isolados da Amazônia, a matriz de geração de energia elétrica é predominantemente composta por termelétricas a diesel. Tecnicamente, as termelétricas a diesel e óleo combustível são mais adequadas para atender à demanda de ponta em sistemas isolados ou, de maneira mais geral, para operações esporádicas que visam equilibrar o sistema [93].

5.3 Característica da população rural do entorno do Linhão de Tucuruí

A sociedade amazonense é muito criativa e adaptada por causa da condição do solo ser de baixa qualidade para a produção rural, o ribeirinho precisa diversificar sua forma de vida, logo ele passa a agir buscando diversificar sua maneira de atuar para sua sobrevivência. Por si só o homem da floresta tem certas limitações para sincronizar sua vida, logo, deve existir assistência para que o mesmo consiga tirar o máximo de proveito de uma atividade que possa subsidiar ganhos.

O objetivo foi explorar pesquisas sobre a realidade da agricultura familiar no Amazonas para gerar informações valiosas sobre essa prestação de serviço, fornecendo subsídios a órgãos públicos, organizações sociais e, principalmente, aos agricultores familiares [94]. É fundamental ter uma compreensão mais abrangente da agricultura familiar brasileira, especialmente em relação à interação e participação direta desses atores nas ações e nos resultados obtidos.

Diversas formas de subsídios para a sobrevivência estão associadas à exploração integrada dos recursos. A subsistência pode também ter origem animal, como ilustrado na Figura 10, que destaca os métodos de extração animal.

Na maneira de identificar o encaixe de sobrevivência do cidadão que vive em comunidades está centrada no cultivo de ações que potencializam sua forma de vida. A pesca ou a criação artesanal de pescado é uma forte tendência no meio rural, com a chegada da energia, os recursos utilizados para a compra de gelo, ou salga de peixe, passa a ser direcionado para a refrigeração em geladeiras ou freezers, assim como a produção animal com criações familiares do gado bovino, dos suínos e da galinha caipira, tanto servem para

comercialização, como para a alimentação local e a energia elétrica veio trazer oportunidades para que desde a produção até a entrega dos produtos estejam devidamente conservados.



Figura 10 - Produtos de origem animal para a subsistência rural [88]

A energia elétrica facilita, por exemplo, na criação de peixes em cativeiro, na oxigenação da água, na fabricação da ração e na conservação dos produtos após a extração. Outra forma de obtenção de recursos para a sobrevivência das populações ribeirinhas é a extração vegetal.

Importante frisar que a maioria da população rural da Amazônia tem consciência de seu papel ambiental e, dificilmente, utiliza os produtos sem se preocupar com a sustentabilidade, seria esse mais um motivo para que a vida social do caboclo amazonense seja vista como adequada e que precisa ser preservada com o devido amparo. A Figura 11 mostra exemplo de subsídios vegetal contributivo na vida do caboclo amazonense.

A utilização de recursos naturais é um forte aliado do caboclo ribeirinho que tem na extração ou cultivo de produtos vegetais para subsidiar suas necessidades, nas comunidades geralmente os produtos são comercializados como eram antigamente, as famílias trocam produtos que tem em abundância com o vizinho e isso mostra um espírito de colaboração e

respeito pela vida e pela natureza.

O impacto ambiental é uma das grandes preocupações da população ribeirinha, mas quando se fala de impacto socioeconômico, as comunidades se adaptaram com o uso da energia elétrica e suas atividades são importantes para o desenvolvimento regional, mas esse tipo de atividade se faz comprometido com a falta de energia. As populações se queixam da falta constante de energia elétrica, segundo relatos de moradores falta compromisso com as autoridades em resolver o problema.



Figura 11 - A extração vegetal e a economia rural [88]

Por outro lado, a passagem do linhão pelas comunidades gerou um impacto significativo na vida social local. As famílias foram afetadas e tiveram suas estruturas abaladas por diversos fatores, incluindo o desrespeito aos seus modos de vida, valores culturais e crenças religiosas, além da perda de bens e do consequente desequilíbrio social. No entanto, não há benefícios concretos para a comunidade decorrentes dessa implantação.

Se a concessionária recebesse orientação sobre a compensação aos danos causados à comunidade, e isso deveria ser acordado no ato de contratação do serviço, e não é só uma questão de indenizar o ocupante da terra, mas também permitir que os mesmos possam receber uma forma de satisfação, afinal, são os próprios comunitários que cuidam das estruturas e que esse papel deveria ser visto como uma parceria de dupla harmonia.

Quanto à concessionária de energia que pratica a comercialização de energia, deveria realizar um estudo prévio das potencialidades locais e decidir pela forma mais adequada para compensar a comunidade pelos transtornos causados. O impacto sentido é maior que uma simples passagem, deixa marcas e promove o êxodo rural em grande parte, o indivíduo rural quando se desloca para o ambiente urbano geralmente padece pela má adaptabilidade num ambiente onde sua liberdade fica comprometida.

5.4 Impacto Socioeconômico das Comunidades Rurais do Amazonas no Percurso do Linhão de Tucuruí e adjacências

A expansão da infraestrutura elétrica no Brasil é uma iniciativa decisiva para o desenvolvimento econômico e social, especialmente em regiões remotas e rurais. O Linhão de Tucuruí, uma linha de transmissão elétrica que atravessa o estado do Amazonas, desempenha um papel fundamental nesse contexto, levando energia para áreas que historicamente têm dependido de sistemas elétricos isolados. Então, para avaliar o impacto socioeconômico dessa infraestrutura nas comunidades rurais afetadas por seu percurso foram aplicados questionários em diversas comunidades, buscando captar as percepções dos moradores sobre mudanças em áreas como acesso à energia, qualidade de vida, oportunidades econômicas e serviços públicos.

As comunidades selecionadas para este estudo incluem: Castanhal (Urucará); Urucará Perímetro urbano/rural; Colônia Central - RDS-BioTupé; Julião - RDS-BioTupé; Nossa Senhora de Fátima - Tarumã Mirim. As comunidades apresentam características socioeconômicas distintas, que são consideradas na análise dos dados coletados.

Destaca-se ainda que a comunidade Castanhal e o perímetro urbano/rural de Urucará não estão conectados ao SIN. Já as comunidades da RDS BioTupé (Julião e Colônia Central) e a comunidade localizada no Tarumã Mirim -Nossa Senhora de Fátima estão conectadas ao SIN. O objetivo de apresentar tais comunidades foi realizar uma comparação do legado da infraestrutura elétrica dos sistemas isolados e interligados.

5.4.1 Análise dos Fatores Energéticos e Socioeconômicos da pesquisa de campo

Esta seção aborda a análise detalhada dos fatores energéticos e socioeconômicos identificados na pesquisa de campo realizada nas comunidades ao longo do percurso do

Linhão de Tucuruí e adjacências. Através de um questionário aplicado aos moradores, se buscou compreender como a implementação dessa infraestrutura de energia elétrica tem impactado diversos aspectos da vida nas comunidades rurais, incluindo o acesso à energia, as oportunidades econômicas, a dependência de fontes de energia anteriores, à satisfação com os serviços, os impactos ambientais, e as experiências relacionadas à falta de energia.

A seguir, se apresenta a interpretação dos dados coletados para a primeira questão do questionário (Tabela 4), que investiga o acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí nas comunidades pesquisadas.

Tabela 4 - A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí?

		Não	Sim	Total
Comunidades	Castanhal- Urucará	100%	0,00%	100,0%
	Urucará - P. urbano	100%	0.00%	100,0%
	Julião - RDS- BioTupé	0,00%	100%	100,0%
	Nossa Senhora de Fátima	0,00%	100%	100,0%
	Colônia Central- RDS-- BioTupé	0,00%	100%	100,0%
Total		40,0%	60,0%	100,0%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Na Tabela é perceptível as respostas que diversifica dois grupos diferenciados com relação a energia elétrica que é utilizada nas comunidades, confirmando que a Comunidade de Castanhal e Urucará no Perímetro urbano e rural não estão conectados ao SIN, sendo mantidas por sistemas locais de geração de energia.

Por outro lado, as Comunidades de Colônia Central e Julião na Reserva BioTupé, assim como a Comunidade Nossa Senhora de Fátima estão conectadas ao SIN trazendo uma realidade de dois grupos provenientes do fornecimento de energia.

Destaca-se que embora a pergunta fosse de modo direto e de resposta definitiva, muitos comunitários responderam de maneira equivocada, necessitando de explicação acerca dos diferentes meios de fornecimento de energia elétrica.

De acordo com dados do MME [95], o Plano de Expansão e Melhorias do Setor Elétrico do Estado do Amazonas envolveu investimentos de aproximadamente 6 bilhões de reais durante o triênio 2015-2018, destinados tanto à capital quanto ao interior do estado. Esses investimentos abrangeram a construção de novas usinas térmicas, a integração de novos municípios ao Sistema Interligado Nacional (SIN), a instalação de novas linhas e subestações, a expansão das redes de distribuição e a continuidade do Programa Luz para Todos.

Na região do Tarumã Mirim, que inclui as comunidades conectadas ao SIN, o Programa Luz Para Todos facilitou a interligação convencional para 10.200 novas ligações em 2015 e 2016, beneficiando aproximadamente 51 mil pessoas. O investimento total para essa região foi de R\$195 milhões, incluindo as comunidades da zona rural de Manaus.

Para a região de Urucará, a ANEEL autorizou a implantação de novas usinas térmicas, denominadas termelétricas Urucará-COE, em resposta à solicitação da Geradora Oliveira Energia. Os testes começaram em 2019. A instalação compreendeu uma unidade de 1,3 MW, duas de 321 kW e doze de 487 kW cada, totalizando aproximadamente 8,3 MW de capacidade instalada na região [96].

A Tabela 5 e o Gráfico 1 apresentam, respectivamente, os cálculos estatísticos da Margem de Erro e as Representações Gráficas referentes aos resultados da questão sobre a dependência exclusiva de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis antes da instalação do Linhão de Tucuruí, representando a porcentagem de respostas para cada comunidade.

A margem de erro foi calculada tendo como base uma confiança de 80% (conforme estabelecido no capítulo 4), que corresponde ao valor crítico de 1,28. Portanto, este parâmetro de confiança será utilizado nas análises subsequentes.

Os dados indicam que, antes da instalação do Linhão de Tucuruí, a maioria dos moradores em todas as comunidades pesquisadas relatava depender de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis, com uma média de 94,6%.

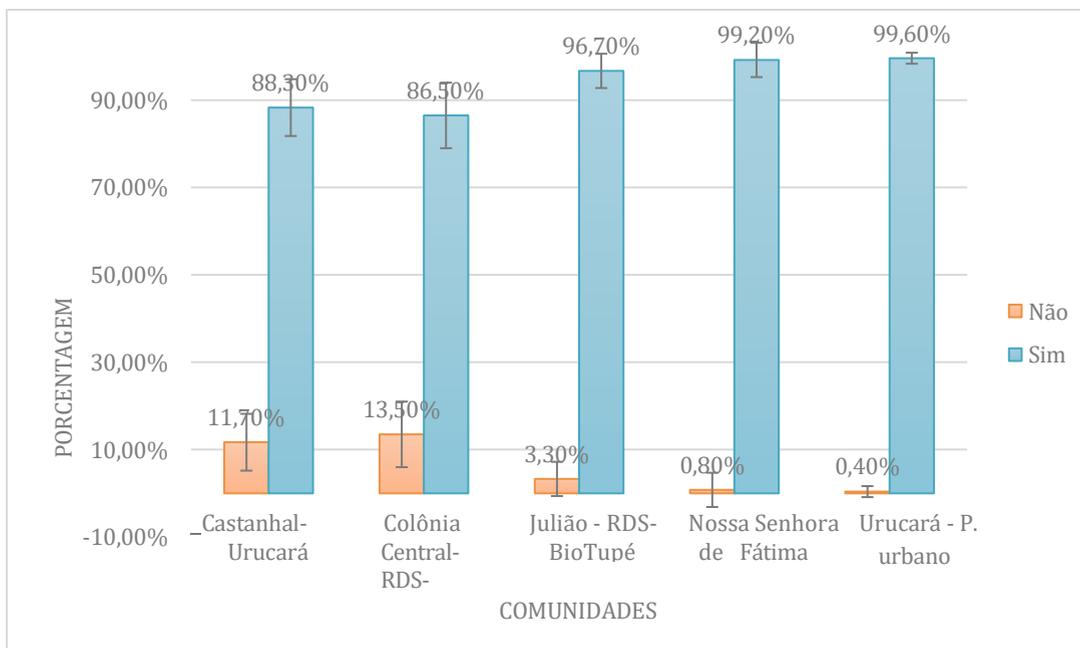
Fazendo uma avaliação dos resultados, com a relação das comunidades: Castanhal apresenta resposta sim (88,30%) e não (11,7%).

Tabela 5 - Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal- Urucará	40	NÃO	11,7%	± 6,51%
		SIM	88,3%	± 6,51%
Colônia Central- RDS- BioTupé	34	NÃO	13,5%	± 7,50%
		SIM	86,5%	± 7,50%
Julião - RDS- BioTupé	34	NÃO	3,3%	± 3,92%
		SIM	96,7%	± 3,92%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	0,8%	± 1,83%
		SIM	99,2%	± 1,83%
Urucará - P. Urbano	41	NÃO	0,4%	± 1,26%
		SIM	99,6%	± 1,26%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Gráfico 1 - Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

A comunidade permanece não conectada ao SIN, porém, o resultado de resposta “não”, indica uma informação que requer maior atenção, afinal qual era a forma de geração de energia na comunidade pela visão desses comunitários?

Resultado bastante aproximado é para os moradores da comunidade Colônia Central, (13,50%) de resposta “Não”, atualmente a comunidade está conectada ao SIN. Para a comunidade de Julião-RDS-BioTupé porcentagem de respostas sim, indicando que havia essa dependência de usinas térmicas (96,70%), sendo uma comunidade conectada ao SIN. A Comunidade Nossa Senhora de Fátima, conectada ao SIN apresentou uma porcentagem (99,20%) e Urucará - Perímetro Urbano, com um percentual de 99,60%.

O que causa o questionamento é a porcentagem que responderam não. A razão pela qual ocorre essa diferença varia de comunidade a comunidade, na comunidade do Município de Urucará, tanto perímetro urbano e rural recebem a geração de energia é proveniente de termelétrica, porém, uma parcela, mais significativa da região rural – Castanhal- dizem que antes da instalação do linhão não tinham dependência de energia elétrica proveniente de fontes geradoras integradas. Instigando esse aspecto observou-se que na comunidade do Castanhal, muitos moradores optam em não ter a conexão com o sistema de energia elétrica da

concessionária e persiste dessa forma, principalmente, os moradores que vivem em regiões mais isoladas.

A Tabela 6 e o Gráfico 2 apresentam, respectivamente, os cálculos estatísticos da Margem de Erro e as Representações Gráficas referentes aos resultados da questão sobre a distribuição das respostas sobre a estrutura atual dos SEI em comunidades não conectadas ao SIN e cujo atendimento se é suficiente para atender a todas as necessidades energéticas locais. Os resultados são a seguir:

Tabela 6 - A estrutura atual dos Sistemas Elétricos Isolados em sua comunidade é suficiente para atender a todas as necessidades energéticas locais?

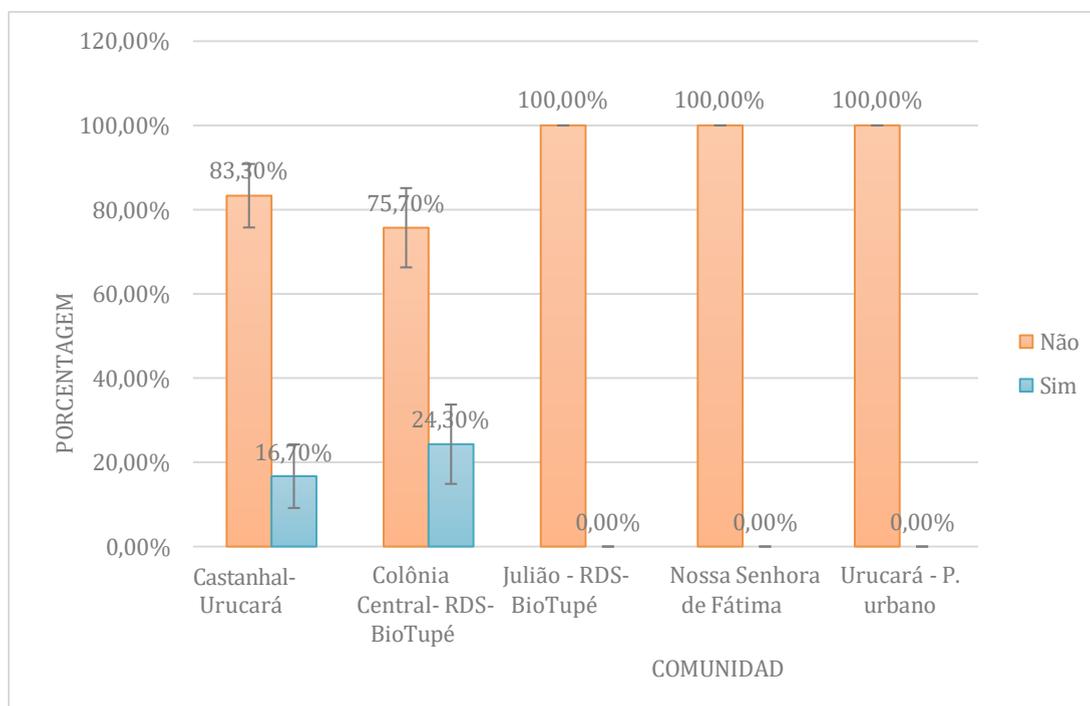
COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal- Urucará	40	NÃO	83,30%	± 7,55%
		SIM	16,70%	± 7,55%
Colônia Central- RDS- BioTupé	34	NÃO	75,70%	± 9,42%
		SIM	24,30%	± 9,42%
Julião - RDS- BioTupé	34	NÃO	100,0%	± 0,00%
		SIM	0,0%	± 0,00%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	100,0%	± 0,00%
		SIM	0,0%	± 0,00%
Urucará - P. urbano	41	NÃO	100,0%	± 0,00%
		SIM	0,0%	± 0,00%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Os dados indicam que, dentre as comunidades Urucará Urbano e castanhal que são alimentados por SEI, em Castanhal 83,3% afirmaram que não é suficiente para atender às necessidades da comunidade, e 16,7% afirmaram sim, já em Urucará Perímetro urbano 75,7% afirmaram que não atende as necessidades e 20,4% afirmaram atender.

Embora com a passagem do linhão, houve a implantação de novas usinas térmicas nas regiões, o sistema de fornecimento de energia elétrica na região continua com qualidade comprometida, pois as faltas e instabilidades constantes deixam vulneráveis a população rural, uma vez que as interrupções constantes e o longo período de retorno do fornecimento de energia prejudicam diretamente muitas atividades.

Gráfico 2 - A estrutura atual dos Sistemas Elétricos Isolados em sua comunidade é suficiente para atender a todas as necessidades energéticas locais?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Com relação às comunidades de Nossa Senhora de Fátima, Julião e Colônia Central que são conectadas ao SIN, os participantes responderam 100% não, em decorrência desse perfil de resposta foi questionado sobre a energia proveniente do sistema interligado e as mudanças pós interligação. A comunidade de Colônia Central apresenta uma visão de conformidade, pois, embora seja uma energia que tem certas deficiências em seu fornecimento, mas há energia, o que antes não se dispunha desse serviço.

Por outro lado, Julião e Nossa Senhora de Fátima, que são comunidades que antes tinham geradores comunitários e funcionavam em períodos determinados para captação de água e funcionamento da escola. Com a interligação se percebeu que a energia elétrica seria em tempo estendido e, de fato é, o que permitiu que muitos comunitários organizassem empreendimento para atuar com o advento da energia. A maior reclamação é que a falta constante de energia tem comprometido as atividades nas comunidades, ocasionando em custos previstos com a tarifa de energia, locação de geradores de energia e combustível e comprometimento dos serviços públicos como o funcionamento de escolas, armazenamento de medicamentos, alimentos e outros.

A Tabela 7 e o Gráfico 3 apresentam, respectivamente, os cálculos estatísticos da

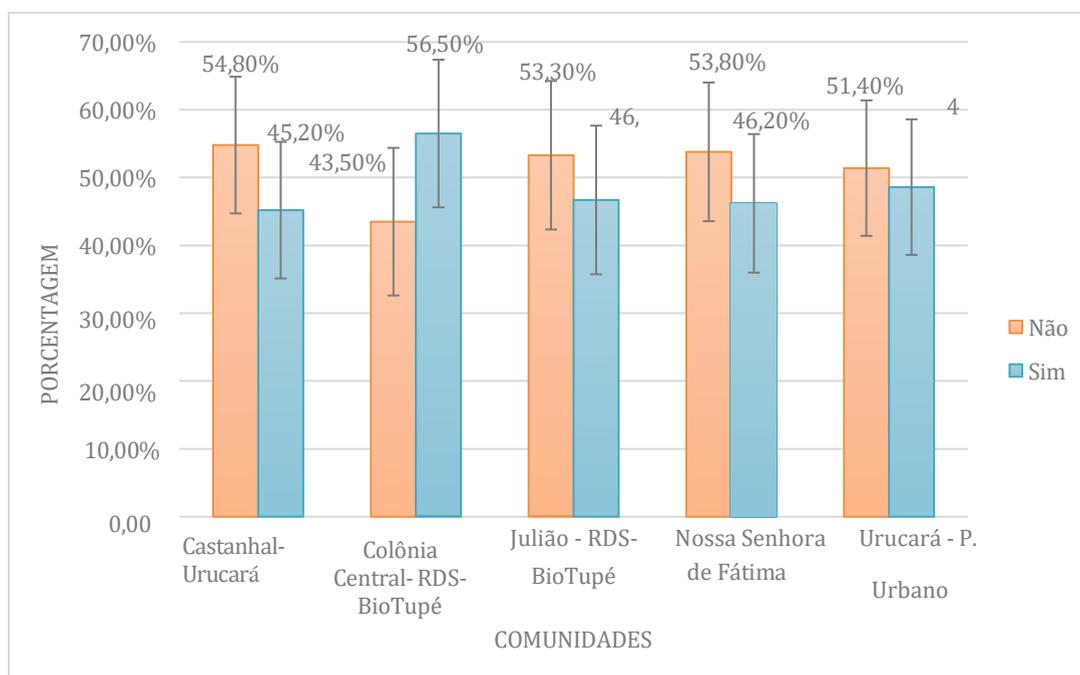
Margem de Erro e as Representações Gráficas referentes aos resultados da questão sobre os resultados da pergunta: sua comunidade têm acesso a recursos sustentáveis que poderiam ser usados para melhorar a oferta de energia elétrica de forma mais eficiente e ecologicamente corretas?

Tabela 7 - Sua comunidade tem acesso a recursos sustentáveis que poderiam ser usados para melhorar a oferta de energia elétrica de forma mais eficiente e ecologicamente correta?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal-Urucará	40	NAO	54,80%	± 10,07%
		SIM	45,20%	± 10,07%
Colônia Central-RDS-BioTupé	34	NAO	43,50%	± 10,88%
		SIM	56,50%	± 10,88%
Julião - RDS-BioTupé	34	NAO	53,30%	± 10,95%
		SIM	46,70%	± 10,95%
Nossa Senhora de Fátima	39	NAO	53,80%	± 10,22%
		SIM	46,20%	± 10,22%
Urucará - P. urbano	41	NAO	51,40%	± 9,99%
		SIM	48,60%	± 9,99%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Gráfico 3 - Sua comunidade tem acesso a recursos sustentáveis que poderiam ser usados para melhorar a oferta de energia elétrica de forma mais eficiente e ecologicamente correta?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Os dados de resposta mostraram um aspecto equilibrado fazendo uma média entre os resultados das comunidades participantes, isso inclui as que são SIN e SEI (52,2%)

responderam não e (47,8%) responderam sim.

Na necessidade de esclarecer às comunidades sobre recursos sustentáveis foi explanado que seriam maneiras alternativas de geração de energia independentes do sistema da concessionária. Nas comunidades com aspecto de SEI a média de respostas foi 53,1% para não e 46,9% para sim.

Nas comunidades SIN a média foi de 50,2% para não e 49,8% para resposta sim, com uma margem de erro de aproximadamente 10%. Um dado observado é que a maioria das comunidades responderam majoritariamente não, e a comunidade Colônia Central respondeu sim com 56,50%, assim, foi percebido que, em vista da comunidade não estar em localização de acesso direto para a margem do rio, eles tiveram dificuldades de obtenção de energia do sistema e, assim, buscam maneiras alternativas de geração de energia, e segundo relatos, faltam recursos para melhorar o sistema de fontes fotovoltaicos e adaptações com os cursos d'água.

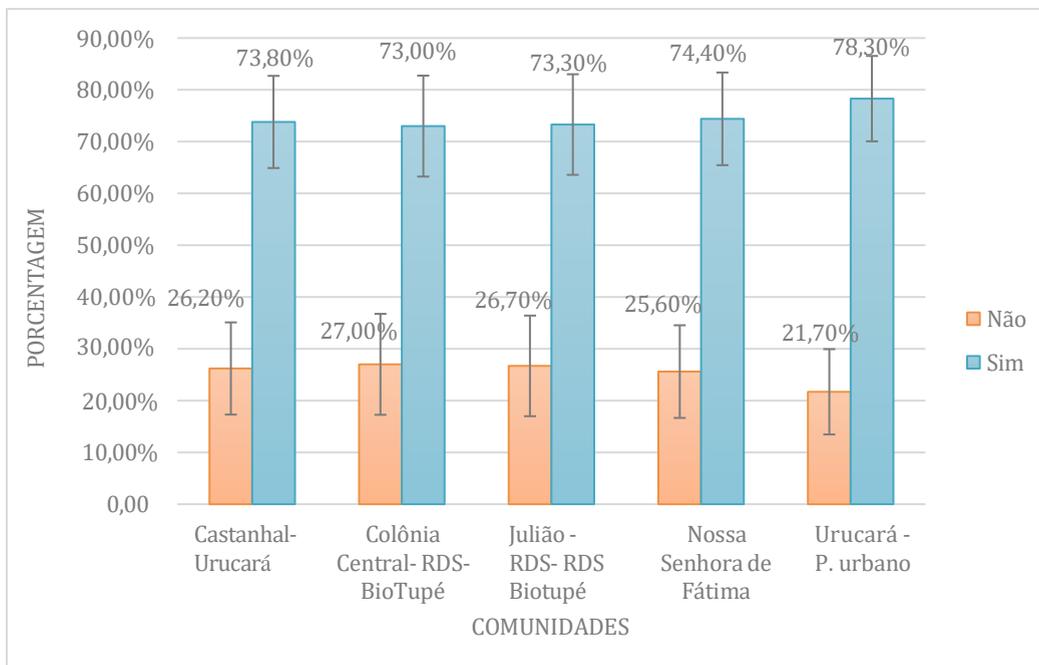
A Tabela 8 e o Gráfico 4 apresentam, respectivamente, os cálculos estatísticos da Margem de Erro e as Representações Gráficas referentes aos resultados da pergunta se a falta de uma oferta constante e confiável de energia elétrica nos SEI ou SIN das comunidades contribui para a vulnerabilidade social e econômica dos moradores.

Tabela 8 - A falta de uma oferta constante e confiável de energia elétrica nos SEI ou SIN da sua comunidade contribui para a vulnerabilidade social e econômica dos moradores?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal-Urucará	40	NAO	26,20%	± 8,90%
		SIM	73,80%	± 8,90%
Colônia Central-RDS-BioTupé	34	NAO	27,00%	± 9,75%
		SIM	73,00%	± 9,75%
Julião - RDS-BioTupé	34	NAO	26,70%	± 9,71%
		SIM	73,30%	± 9,71%
Nossa Senhora de Fátima	39	NAO	25,60%	± 8,95%
		SIM	74,40%	± 8,95%
Urucará - P. urbano	41	NAO	21,70%	± 8,24%
		SIM	78,30%	± 8,24%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Gráfico 4 - A falta de uma oferta constante e confiável de energia elétrica nos SEI ou SIN da sua comunidade contribui para a vulnerabilidade social e econômica dos moradores?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Nas comunidades não conectada ao SIN, em Castanhal-Urucará 73,8% dos moradores indicam que a falta de oferta confiável de energia contribui para a vulnerabilidade, enquanto 26,2% dizem que não e, Urucará Perímetro Urbano 73% responderam sim e 27% afirmaram que não. Esse aspecto é confirmado com a fala de moradores que mesmo tendo sido instaladas novas centrais térmicas que atendem as comunidades, existe uma incerteza sobre a utilização da energia elétrica de maneira confiável, pois muitos empreendimentos que surgem nas comunidades são prejudicados através da interrupção de energia, que prejudica a escola e outras atividades.

Para aquelas conectadas ao SIN, na Colônia Central- RDS-BioTupé, 78,3% afirmam que a falta de energia confiável contribui para a vulnerabilidade, contra 21,7% que dizem não. Em Julião-RDS-BioTupé, 73,3% afirmam sim e 26,7% dizem não. Em Nossa Senhora de Fátima, 74,4% sinalizaram sim, e 25,6% não. Nesse processo a média de respostas 75,3% afirmam que a falta de uma energia de qualidade vulnerabiliza a comunidade pois pairam as incertezas sobre as instituições e empreendimento nas comunidades. Na comunidade Nossa Senhora de Fátima, que possui uma população mais acentuada, esse problema é recorrente, segundo o relato de moradores que destacam prejuízos com a instabilidade da energia elétrica. Pela percepção das comunidades, a paralisação de energia elétrica advém de causas naturais

como chuvas, raios e ventos que na sua ocorrência, podem causar danos à rede elétrica trazendo a interrupção dos serviços. Por ser uma região de floresta tropical e clima quente e úmido, esses fenômenos passam a ser críticos para o fornecimento de energia para regiões mais distantes ou remotas.

Outro fator de destaque é a falta de manutenção na rede de distribuição, que por ser de uma extensão significativa, a manutenção corretiva quando ocorrer rupturas de cabos ou até mesmo a queda de um poste, há demora na recuperação da rede, causando transtornos às populações que precisam dessa energia elétrica.

As queimadas por sua vez, também é outro fator de destaque, principalmente no período do verão, onde a floresta seca oferece riscos às redes elétricas e conseqüente falta de energia às comunidades. Quando se trata da qualidade de energia elétrica, o sistema de eletrificação rural que se refere ao sistema de energização utilizado em áreas rurais, onde a infraestrutura elétrica pode ser limitada em comparação com ambientes urbanos.

Por mais que se tenha a pretensão em elevar o nível de alcance da energia às regiões rurais isoladas do SIN, ou mesmo aquelas que estão conectadas a ele com programas que permitem oferta de energia a todos, o que se tem, na maioria dos casos, como a situação expostas dos moradores da comunidade do Castanhal, Urucará perímetro Urbano, Julião, Colônia Central, Nossa Senhora de Fátima, a referência é uma energia de qualidade questionável, pois possui limite de carga para as residências e empreendimento. A queixa mais constante por parte de comerciantes, é que em função da ocorrência de falhas longas do fornecimento, a tendência é perder os produtos perecíveis que precisam de refrigeração. Para não se ter perdas total, têm recorrido a alternativas que oneram sua receita, além da falta de apoio e acompanhamento do poder público e da concessionária de energia.

O Gráfico 5 apresenta os resultados da pergunta: como os moradores avaliam o aspecto socioambiental do sistema de energização rural em suas localidades.

Com relação às localidades conectadas ao SIN, o nível de insatisfação é alto sendo, para a Comunidade Colônia Central a insatisfação é de (53,0%); Julião (55,0%) e Nossa Senhora de Fátima (56,0%), que verificando o percentual de respondentes que se neutralizam nas respostas, a média de insatisfação de (55,0%) indicando que demandada a realidade a insatisfação é geral, tanto para as comunidades conectadas e não conectadas ao SIN, desse modo se tem um indicador de um serviço prestado às comunidades limitado e restritivo para o desenvolvimento socioambiental em decorrência da limitação imposta pela instabilidade da energia elétrica disponível nas comunidades.

Gráfico 5 - Como você avalia o aspecto socioambiental do sistema de energização rural em sua localidade?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

É possível perceber com clareza que nas comunidades rurais, tanto as conectadas como as não conectadas ao SIN, a insatisfação com o reflexo socioambiental é unânime, essa concepção destaca que a eletrificação nas regiões rurais da Amazônia tem suas limitações e apresenta desafios para atender, com qualidade, às populações dessas regiões.

A Tabela 9 e o Gráfico 6 apresentam, respectivamente, os cálculos estatísticos da Margem de Erro e as Representações Gráficas referentes destacam os resultados sobre as atividades socioeconômicas locais e seu reflexo nas informações veiculadas nas mídias e propagandas governamentais.

Tabela 9 - As atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do Amazonas, no percurso do linhão de Tucuruí e adjacências, refletem as informações que veiculam nas mídias da imprensa e propagandas governamentais?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal- Uruará	40	NAO	61,90%	± 9,83%
		SIM	38,10%	± 9,83%
Colônia Central-RDS-BioTupé	34	NAO	56,50%	± 10,88%
		SIM	43,50%	± 10,88%
Julião - RDS-BioTupé	34	NAO	60,00%	± 10,75%
		SIM	40,00%	± 10,75%
Nossa Senhora de Fátima	39	NAO	59,00%	± 10,08%
		SIM	41,00%	± 10,08%
Uruará - P. urbano	41	NAO	56,80%	± 9,90%
		SIM	43,20%	± 9,90%

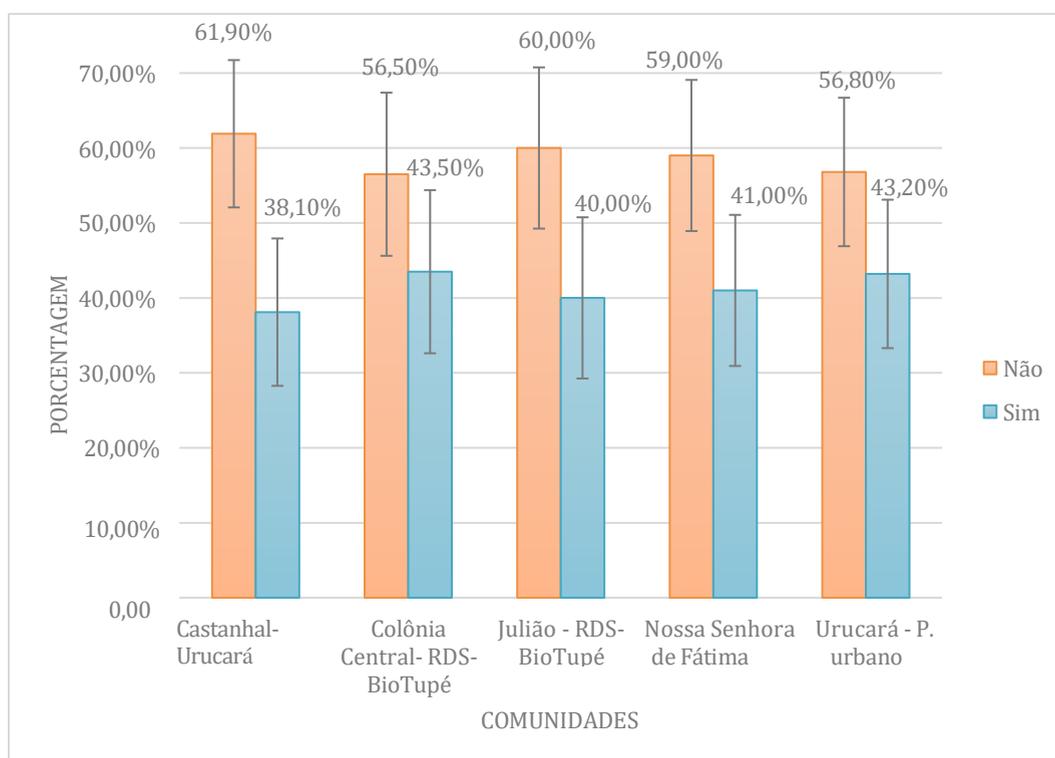
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

De acordo com estudo [97], as atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do estado do Amazonas são predominantemente voltadas para a agricultura de subsistência, pesca, extrativismo vegetal e criação de animais. Essas atividades são essenciais para a sobrevivência e o sustento das famílias que vivem nessas comunidades.

Outro ponto de importância das comunidades tradicionais das regiões, incluindo as indígenas. Assentados e reservas, que têm um papel fundamental na preservação do meio ambiente e na manutenção da cultura e dos modos de vida tradicionais.

Vale ressaltar que as atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do Amazonas variam de acordo com a localidade e as características específicas. Ao pronunciar o questionamento, o estudo buscou conciliar a visão do habitante da comunidade com a realidade que vivencia no seu espaço de vida. Os resultados destacam a discordância majoritária, em todas as comunidades participantes, e que os dados veiculados através dos canais de comunicação acerca da veracidade das informações, não condizem, pontualmente, com a realidade das comunidades.

Gráfico 6 - As atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do Amazonas, no percurso do linhão de Tucuruí e adjacências, refletem as informações que veiculam nas mídias da imprensa e propagandas governamentais?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Analisando os diferentes cenários, sendo as comunidades que não estão conectadas ao SIN, localizadas no Município de Urucará - AM, [98] cujo território é composto 100% pelo Bioma Amazônia, esse município possui o IDHM de 0,62. Segundo dados do IBGE/ Censo 2010 (amostra), 14,49 % das famílias não tinham acesso a água canalizada no domicílio, terreno ou na propriedade, enquanto pelo censo de 2022, 72,15% da população recebe água potável por rede geral de distribuição, isso caracteriza que 27,85% dos habitantes não possuem água encanada em seus domicílios e precisam abastecer com uso de baldes ou outros recursos [99].

Desse quantitativo, 17.7% têm acesso a água por poço profundo ou artesianos; 2,61% acessam a água por poço raso, freático ou cacimba e 0,22% acessam de outras formas. Fazendo uma comparação sobre os serviços de abastecimento de água 72,15% da população de Urucará estão beneficiados com água, a média do estado é 79,55% e a do país é 84,24% [100].

Os dados do IBGE no período de 12 anos (2010-2022), mostram que houve aumento da população do município sem acesso à água canalizada em suas residências, destacando certa desassistência à população com relação à disponibilização da água.

O Censo (2010) destacou que 100% da população urbana é atendida pelo serviço de coleta de resíduos sólidos [101], sendo que pelo censo de 2022, demonstra que 68,31% dos resíduos gerados pela população são coletados. Assim sendo, do remanescente 24,67% são queimados na propriedade, 4,02% enterrado na propriedade e 2,02% se tomam outros procedimentos [102]. O comparativo mostra um contraste das coletas de 2010 e 2022, que divergem na questão da coleta de resíduos, pois o primeiro não considerava a população rural como sendo parte geradora de resíduos.

Sobre o acesso a energia elétrica em Urucará/AM, demonstram algumas diferenças entre os Censos de 2010 e 2022. No Censo de 2010, 93,38% dos domicílios do município tinham acesso à energia elétrica, sendo que a maior parte desse fornecimento era feita por companhias distribuidoras. O Censo de 2022 ainda não trouxe um detalhamento público específico para Urucará, mas a tendência geral na região Norte, incluindo municípios no Amazonas, é de melhoria gradual no acesso a serviços de eletricidade, especialmente em áreas rurais [103].

Os dados no IBGE destacam uma tendência crescente de atendimento de energia elétrica à população de Urucará, o que indica que houve expansão das redes e o acesso a energia elétrica à diferentes localidades do município, o que reflete melhorias em diferentes

aspectos da população, considerando a abordagem e a relação dos dados coletados, no censo de 2022 traz um cenário que inclui a população rural do município.

Os dados populacionais apresentados pelo Atlas Brasil [101] indicam que o IDHM de Urucará é considerado médio, sendo esse subdividido em três dimensões sendo o IDHM-R (renda): 0,55; IDHM-L (longevidade): 0,75 e o IDHM-E (educação): 0,58. Salientando que esses dados são a nível municipal e não discrimina as comunidades rurais em unidade. Com relação ao Índice de Gini que é igual a 0,60, esse indicador é um padrão que varia de zero a um, sendo zero representa a situação de igualdade, onde todos possuem a mesma renda e o valor oposto indica a concentração de riquezas em posse de poucos.

Fazendo uma equiparação dos dados, as comunidades rurais do município de Urucará, enfrentam problemas que ficam intrincados na oferta de serviços limitados, que sinalizam para uma equidade em diferentes aspectos na condição socioeconômica da população, cujos serviços apresentados nos canais de comunicação são mais pontuais na zona urbana, onde há uma concentração populacional mais densa.

Com relação a Manaus-AM, no Censo de 2010, aproximadamente 75,4% dos domicílios de Manaus foram atendidos por água canalizada via rede geral. Já no Censo de 2022, esse número ocorreu praticamente estável, com 76,2% dos domicílios conectados à rede pública de abastecimento de água [104]. Embora a cidade tenha apresentado uma pequena melhoria no percentual de domicílios atendidos, ainda há uma quantidade significativa de domicílios que utilizam outras formas de captação de água, como poços artesianos, os quais atendiam 13,3% das residências em 2022.

Essa estabilidade não adequada de água contrasta com os desafios enfrentados na expansão do saneamento básico na região, apesar de esforços contínuos para aumentar a cobertura e melhorar a infraestrutura em áreas vulneráveis da cidade, principalmente quando se trata das regiões rurais e periféricas do município.

No Censo de 2010, aproximadamente 92,5% dos domicílios em Manaus foram atendidos por serviços de coleta de resíduos sólidos, com os resíduos sendo coletados diretamente nos domicílios ou depositados em áreas designadas para coleta [105]. Já no Censo de 2022, esse número aumentou para 94,3%, refletindo uma melhoria no serviço de coleta de resíduos na cidade. Entretanto, a coleta de lixo em áreas mais afastadas da zona urbana ainda representa um desafio, onde muitas vezes a coleta é feita de forma fluvial ou em dias alternados devido à dificuldade de acesso [106].

No Censo de 2010, aproximadamente 98% dos domicílios na zona urbana de Manaus

tinham acesso à energia elétrica, enquanto nas áreas rurais esse número era de 85%. A maior parte do conteúdo foi realizada por concessionárias de energia. Já em 2022, embora os dados detalhados ainda não estejam completamente disponíveis, a tendência é que o acesso à eletricidade tenha melhorado nas áreas rurais, seguindo a tendência observada na região Norte, onde houve um esforço crescente para expandir a infraestrutura elétrica em áreas remotas, especialmente por meio de programas como o "Luz para Todos" [105; 107].

Embora tenham sido acionadas melhorias, com relação à energia elétrica, no conjunto dos aspectos socioeconômicos, nas regiões rurais não se revertem em melhorias significativas, na visão dos comunitários persistem problemas que se arrastam há bastante tempo. Com base nas lacunas que são facilmente encontradas, mostram fragilidades do sistema elétrico implantado nas regiões rurais, foi questionado aos comunitários se eles consideram viável para as operadoras da rede de transmissão instalar sistemas de energia solar em comunidades rurais ao longo do linhão de Tucuruí e adjacências? A Tabela 10 e o Gráfico 7 apresentam os resultados.

Tabela 10 - Você considera viável para as operadoras da rede de transmissão instalar sistemas de energia solar em comunidades rurais ao longo do linhão de Tucuruí e adjacências?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal-Urucará	40	NÃO	16,70%	± 7,55%
		SIM	83,30%	± 7,55%
Colônia Central-RDS-BioTupé	34	NÃO	24,30%	± 9,42%
		SIM	75,70%	± 9,42%
Julião - RDS-BioTupé	34	NÃO	20,00%	± 8,78%
		SIM	80,00%	± 8,78%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	17,90%	± 7,86%
		SIM	82,10%	± 7,86%
Urucará - P. urbano	41	NÃO	17,40%	± 7,58%
		SIM	82,60%	± 7,58%

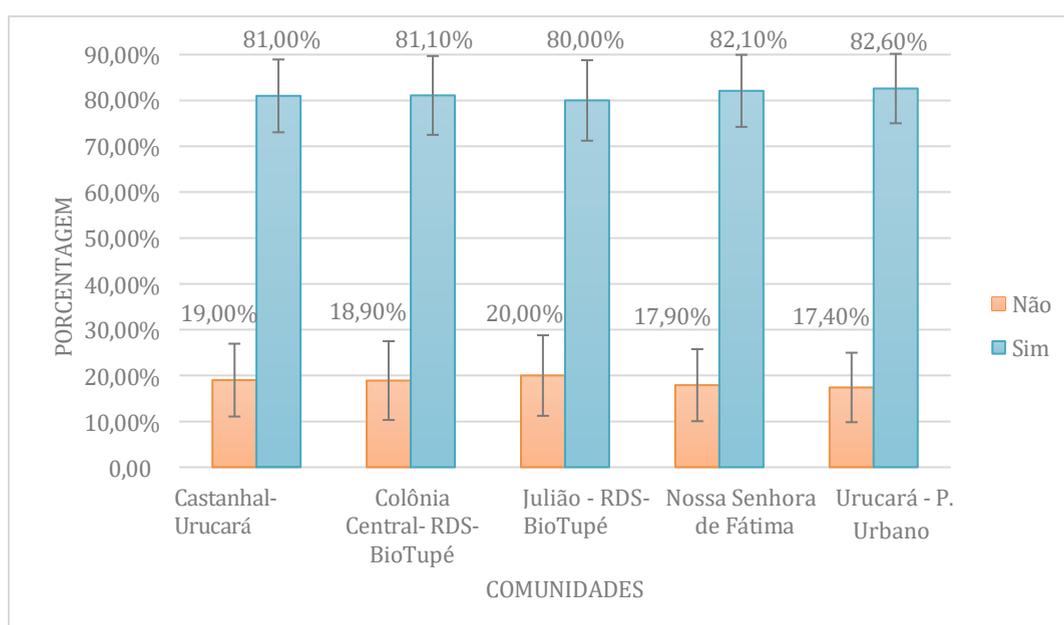
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Salientando que a escolha por energia solar fotovoltaica, foi para fazer composição a pergunta, pois é uma forma de energia alternativa que já vem sendo aplicado nas comunidades, e já é de conhecimento de muitos moradores, assim, em decorrência dos altos custos de obtenção do sistema, os moradores nem sempre têm acesso a essas tecnologias.

Os dados mostram que, em todas as comunidades pesquisadas, a maioria dos moradores considera viável a instalação de sistemas de energia solar. Nas localidades com SEI (Castanhal e perímetro urbano de Urucará), a média de respostas foi de 79,5% e 20,5%

responderam não. Com relação a média de 20,5% dos habitantes em Urucará responderem não, sendo que 24,3% para os moradores do perímetro urbano responderam não, eles enfatizam que falta incentivo do governo local, no fomento da instalação dessa forma sustentável e que algumas instituições do setor privado já apresentaram propostas, mas que a população tem que arcar com os custos de instalação, seja total ou parcial, e isso é dificultado pela ausência de recursos e falta de incentivos, sendo que as operadoras da rede de transmissão, em nenhum momento apresentou proposta de aplicação nessa vertente.

Gráfico 7 - Você considera viável para as operadoras da rede de transmissão instalar sistemas de energia solar em comunidades rurais ao longo do linhão de Tucuruí e adjacências?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Assim como, nas comunidades conectadas ao SIN (Nossa Senhora de Fátima, Colônia Central e Julião), onde 81,56%, em média, sinalizaram sim e 18,4% responderam não. Nesse caso, a média de 18,4% de respostas não reflete a ausência de propostas que isente o cidadão dos custos iniciais, mesmo que iniciativas de inclusão por meio de instituições educacionais e do setor privado, tenham destacado projetos de inserção, pouca efetividade se tem conseguido por falta de continuidade e ausência de apoio da municipalidade e da operadora de energia.

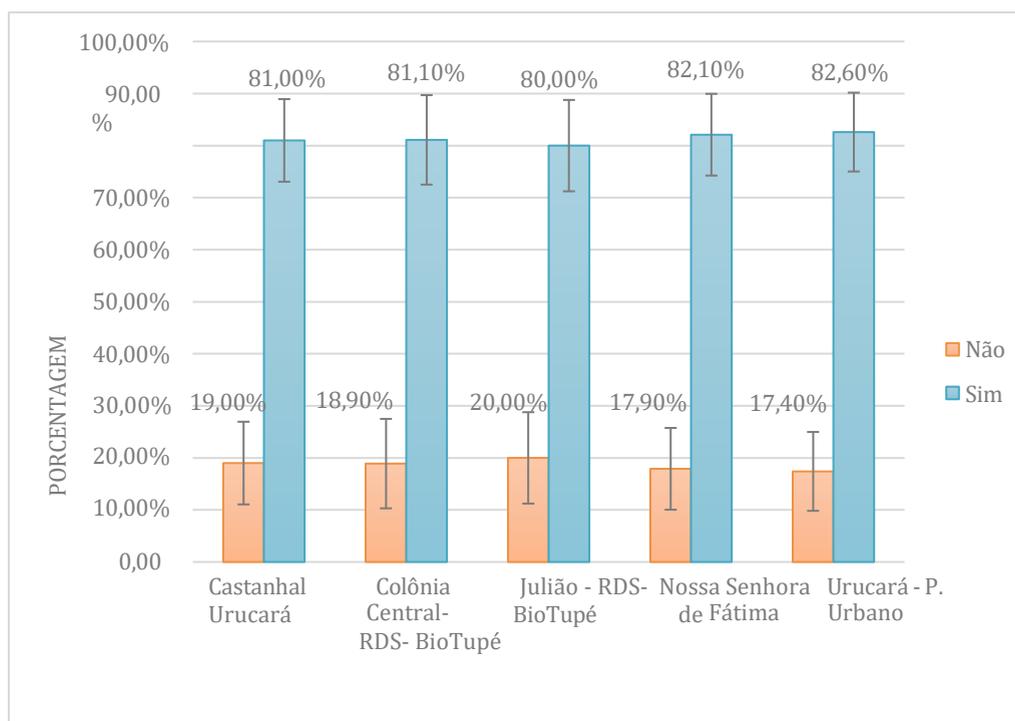
Na Tabela 11 e no Gráfico 8 são apresentados os dados onde se questiona qual a visão dos moradores sobre a possibilidade de parcerias entre ONGs e governos locais para garantia da capacitação dos moradores para operarem e manterem sistemas de energia renovável instalados.

Tabela 11 - Você concorda que as parcerias com ONGs e governos locais podem garantir a capacitação dos moradores para operarem e manterem os sistemas de energia renovável instalados?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal- Uruará	40	NÃO	19,00%	± 7,94%
		SIM	81,00%	± 7,94%
Colônia Central- RDS-BioTupé	34	NÃO	18,90%	± 8,59%
		SIM	81,10%	± 8,59%
Julião - RDS- BioTupé	34	NÃO	20,00%	± 8,78%
		SIM	80,00%	± 8,78%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	17,90%	± 7,86%
		SIM	82,10%	± 7,86%
Uruará - P. urbano	41	NÃO	17,40%	± 7,58%
		SIM	82,60%	± 7,58%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Gráfico 8 - Você concorda que as parcerias com ONGs e governos locais podem garantir a capacitação dos moradores para operarem e manterem os sistemas de energia renovável instalados?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

As respostas dos comunitários, seja do sistema isolado, média de 81,5% responderam sim e 18,5% responderam não. No sistema interligado a média de respostas foi de 81,5 % para sim e 18,5% para não. Coincidentemente, as respostas dos comunitários tiveram a mesma tendência nos dois grupos consultados sendo no sentido de concordarem com essa ideia de

parcerias para a capacitação das comunidades e validar a contenção de custos para a manutenção dos sistemas, visto que, os comunitários são os beneficiados e após serem devidamente treinados farão os serviços com baixo custo.

Essas iniciativas trazem a validação do aproveitamento dos recursos das comunidades para potencializar a utilização de informações que promovam a estabilidade da energia elétrica nas comunidades, embora muitos desses projetos são projetados para inserir energia em regiões onde não se tem a perspectiva de interligação com outros sistemas maiores, o que geralmente era impactado pelo uso desproporcional à carga planejada para o nível de dispositivos instalados.

Um caso notável é o projeto de energia solar e biodigestores em Três Unidos, que recebeu investimentos da Universidade de Sheffield. Este projeto visa desenvolver microrredes híbridas de energia solar e biogás, com o objetivo de garantir o acesso a uma energia sustentável para comunidades rurais isoladas [108].

No projeto para a comunidade contou com a colaboração de pessoas e entidades do setor privado que atuam nas regiões da Amazônia, assim como a adesão de pesquisadores da UFAM, assim, após a aplicação do sistema fotovoltaico isolado, o dimensionamento do sistema, o levantamento do consumo de energia do sistema fotovoltaico e a instalação do projeto do sistema de biogás, que em decorrência da distância e das dificuldades de visitas pela restrição de recursos os próprios moradores foram treinados para o acompanhamento e monitoramento do sistema fotovoltaico e biodigestor instalados.

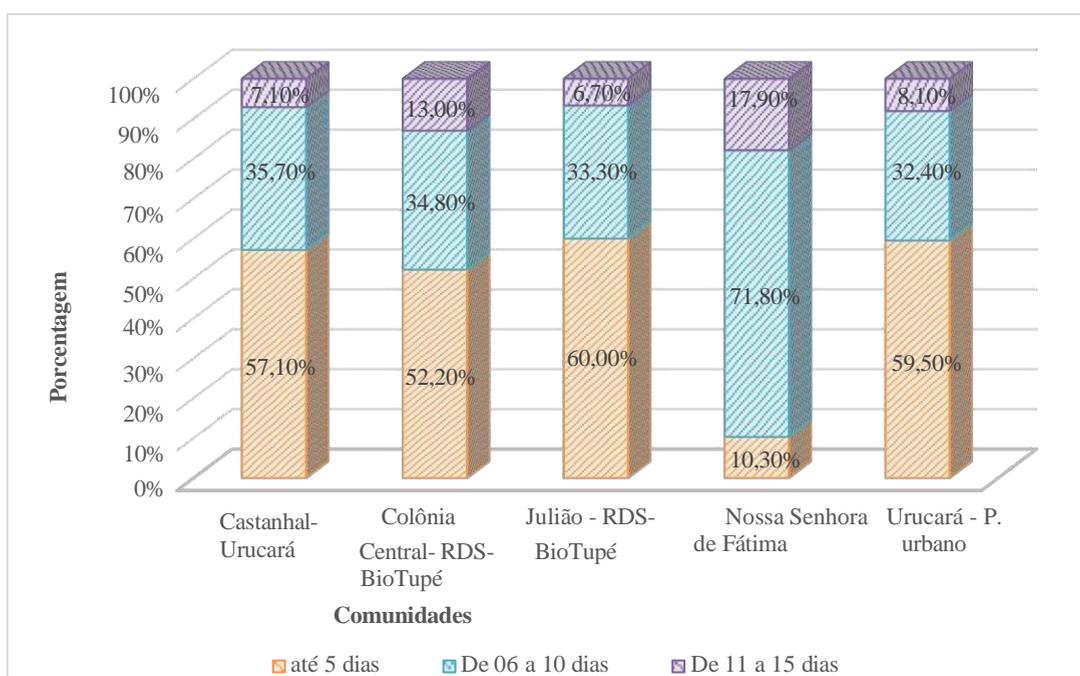
Existem evidências que indicam a viabilidade de manutenção de sistemas fotovoltaicos com a colaboração de comunitários treinados para atuarem em conjunto com instituições que podem minimizar os problemas os efeitos negativos que a intermitência de energia elétrica nas comunidades isoladas e, também, nas comunidades integradas ao sistema interligado nacional e que apresentam limitações no fornecimento de energia elétrica que prejudica o desenvolvimento da região.

O Gráfico 9 apresenta os resultados da pergunta sobre a falta de energia mais longa ocorrida nas comunidades. Nessa questão que se busca entender a disposição do tempo em relação às faltas de energia elétrica nas comunidades.

Diante do exposto, com relação às respostas dos comunitários das comunidades dos sistemas isolados Castanhal e Urucará, uma média de 58,3% afirmaram até cinco dias de falta de energia; 34,05% de 06 a 10 dias e 7,6% de 11 a 15 dias. Esse diagnóstico mostra que mesmo tendo sido instaladas novas centrais elétricas térmicas na região, aumentando a oferta de

energia elétrica persiste a falta, muito em decorrência da extensão das redes de distribuição que são vulnerabilizadas diante de efeitos naturais, como chuvas, ventos e outras formas de ações que interrompem o fornecimento contínuo de energia elétrica.

Gráfico 9 - Na sua comunidade, em face do fornecimento de energia elétrica, a falta de energia mais longa ocorrida foi de?

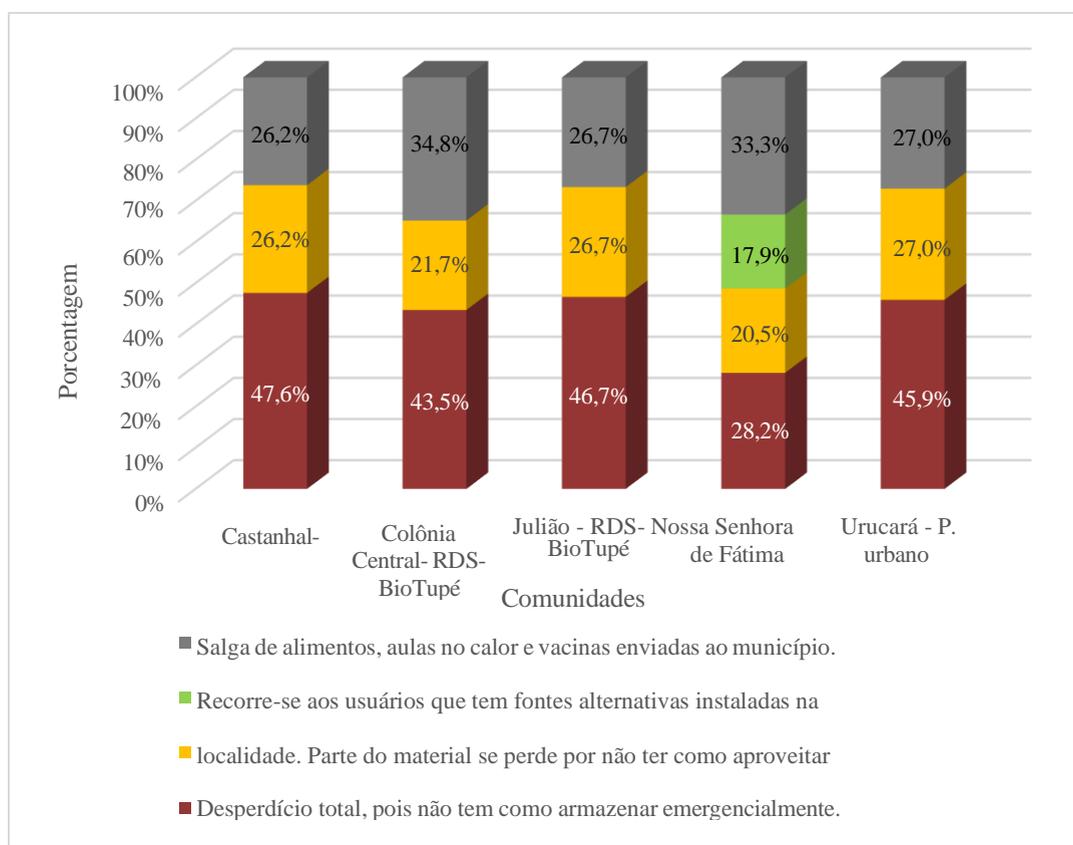


Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Nas comunidades interligadas ao SIN, 40,83% dos comunitários indicaram que a falta de energia já se deu em até cinco dias; 46,63% responderam de 06 a 10 dias e 9,2% de 11 a 15 dias. É comprovada que a falta de energia ocorre constantemente nas comunidades, ressaltando que na Comunidade Nossa senhora de Fátima já houve períodos prolongados de mais de cinco dias, ainda que se situe na mesma margem do rio em que está situada Manaus, o acesso a energia é via ramal vicinal da BR 174 cuja distância é considerável. No conjunto, as comunidades queixam-se de uma energia intermitente que prejudica o processo de desenvolvimento regional.

O Gráfico 10 apresenta os resultados da pergunta sobre como as comunidades lidam com a manutenção de alimentos, medicamentos e educação durante períodos prolongados de falta de energia.

Gráfico 10 - Com relação à manutenção de alimentos, medicamentos, educação, quando ocorre a falta inesperada de energia em períodos mais prolongados, como vocês conseguem agir?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo

Em decorrência da falta de energia elétrica vem os problemas com a manutenção dos materiais perecíveis como alimentos, medicamentos e, também, serviços essenciais como educação e saúde. E, assim, foi perguntado o que se faz quando ocorre a falta de energia elétrica. As respostas das comunidades pertencentes ao SEI, indicam que 46,75% dos respondentes indicaram que na falta de energia elétrica ocorre desperdício total, pois não se tem como armazenar emergencialmente; 26,6% responderam que parte do material se perde por não ter como aproveitar, e 26,6% responderam que fazem salga de alimentos, que as aulas são no calor mesmo e as vacinas enviadas à sede do município. O reflexo com a falta de energia elétrica é o prejuízo ao comunitário que vê suas expectativas perdidas e não consegue construir um negócio consistente devido à instabilidade com energia elétrica.

Nas comunidades SIN se tem que 39,46% que responderam desperdício total pois não se tem como armazenar emergencialmente; 22,96% responderam que parte do material se perde por não ter como aproveitar; 5,96% responderam que se recorre aos usuários que tem fontes alternativas instaladas na localidade e 31,6% responderam que nada se faz, pois ninguém tem condições em manter essas demandas.

A falta de eletricidade contínua prejudica especialmente os vilarejos, que enfrentam dificuldades para armazenar alimentos perecíveis e vender seus produtos na sede do município ou em Manaus. Isso compromete o desenvolvimento econômico local, impedindo a geração adequada de renda, um fator essencial para que os habitantes rurais permaneçam em suas comunidades no interior. [155].

De acordo com o Censo 2010, o serviço de energia elétrica foi o mais amplamente oferecido aos domicílios brasileiros, alcançando 97,8% de cobertura, com destaque para as áreas urbanas, onde o índice chegou a 99,1%. Nas áreas rurais, a cobertura foi menor, mas ainda significativa, atingindo 89,7%. No entanto, na Região Norte, apenas 61,5% dos domicílios rurais tinham acesso à eletricidade [109].

No Censo de 2022, a cobertura de energia elétrica no Brasil apresentou melhorias em relação a 2010. A cobertura geral alcançou 99,4%, e nas áreas urbanas, esse número se manteve alto, com 99,6% dos domicílios atendidos. Nas áreas rurais, a cobertura aumentou significativamente, atingindo 85,9%. Contudo, na Região Norte, ainda há desafios a serem enfrentados, pois 68,4% dos domicílios rurais têm acesso à eletricidade, refletindo uma melhoria em comparação com 2010, mas ainda abaixo da média nacional que foi de 99,4% para todos os domicílios, refletindo um avanço significativo em relação aos censos anteriores. [110].

Como pode ser verificado essa problemática da falta de energia de qualidade é um desafio que se propaga com o tempo e mesmo que projetos de integração tenham sido motivados a trazer melhorias, essa condição fragilizada se prolonga.

Na época da coleta do Censo Demográfico de 2010, 1,3% dos domicílios brasileiros ainda não tinham energia elétrica, com maior concentração nas áreas rurais, onde 7,4% permaneciam sem acesso. Na coleta do Censo de 2022, apenas 0,6% dos domicílios brasileiros não tinham acesso à energia elétrica, representando uma melhoria significativa em comparação com 2010. Nas áreas rurais, a porcentagem de domicílios sem energia elétrica caiu para 14,1%, ainda refletindo um desafio maior nessas regiões em relação às áreas urbanas, onde a cobertura é quase universal. Essa redução no percentual de residências sem energia elétrica demonstra os avanços nos programas de eletrificação e acesso à energia no Brasil nos últimos anos [110; 111].

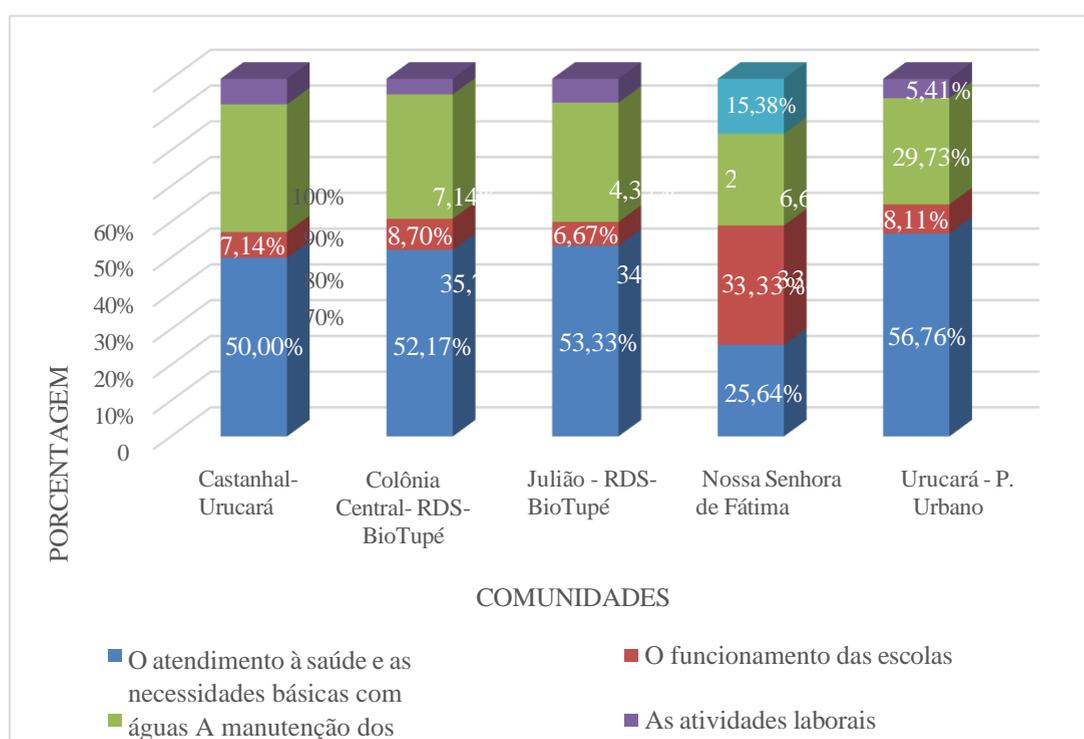
A situação era particularmente crítica na Região Norte, onde 24,1% dos domicílios rurais não contavam com esse serviço, seguida pelas regiões Nordeste (7,4%) e Centro-Oeste (6,8%). Estima-se que, atualmente, cerca de 1,14 milhão de brasileiros ainda não

tenham acesso à eletricidade [112].

Na atualidade embora a energia elétrica tenha sido estabelecida, a falta dela tem castigado a sociedade rural, pois fica a mercê das incertezas e carente de inovações que não chegam para suprir suas demandas.

O Gráfico 11 apresenta os resultados da pergunta sobre o que mais afeta a vida dos moradores quando falta energia elétrica na comunidade. As respostas são categorizadas em cinco opções: atendimento à saúde e necessidades básicas com água, funcionamento das escolas, manutenção dos alimentos, atividades laborais, e entretenimento e comunicação.

Gráfico 11 - Quando falta energia elétrica na comunidade, o que mais afeta na vida de vocês?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Para a questão que afeta a vida em comunidade as respostas são: para as comunidades SEI (Castanhal e Urucará) se tem a média de 48,88% que responderam que prejudica o atendimento à saúde e as necessidades básicas com águas; 7,62% responderam que prejudica o funcionamento das escolas; 32,72% responderam que é a manutenção dos alimentos 6,27% responderam que a atividade laboral é prejudicada.

No caso das comunidades SIN (Julião; Nossa senhora de Fátima e Colônia Central) se tem a média de 45,24% que responderam que prejudica o atendimento à saúde e as necessidades básicas com águas; 16,23% responderam que prejudica o funcionamento das

escolas; 31,25% responderam que é a manutenção dos alimentos; 6,27% responderam a atividade laboral e 5,12% responderam a falta de energia prejudica o entretenimento e a comunicação.

É fato que a energia elétrica é importante para a manutenção dos serviços públicos e a dignidade das populações rurais, essa instabilidade sentida pelos comunitários revela um problema que precisa ser convertido em soluções. A falta de políticas adaptadas que venham ser capazes de mediar os conflitos existentes devido a presença de uma energia elétrica que inibe o desenvolvimento de negócios capazes de oferecer uma melhor forma de vida.

Esses resultados destacam a importância crítica de um fornecimento de energia elétrica confiável para garantir o funcionamento adequado dos serviços essenciais de saúde e a manutenção de alimentos, além de minimizar os impactos negativos na educação e outras áreas da vida comunitária.

5.4.2 Avaliação do Impacto Socioeconômico do Linhão de Tucuruí

A implementação do Linhão de Tucuruí tem sido um marco importante para a infraestrutura energética na região amazônica, com potencial de transformar as condições de vida das comunidades rurais. Neste item, se aborda várias questões que visam avaliar o impacto socioeconômico desta infraestrutura nas comunidades atendidas. A análise dessas questões permitiu compreender como a chegada do Linhão de Tucuruí influenciou aspectos decisivos da vida dos moradores, desde a qualidade de vida até às oportunidades econômicas e os impactos ambientais.

Essas questões proporcionam uma visão abrangente dos impactos do Linhão de Tucuruí, permitindo identificar tanto os benefícios alcançados quanto os desafios que ainda persistem. A partir dessa análise, foi possível formular recomendações para aprimorar ainda mais a integração energética e promover o desenvolvimento sustentável das comunidades rurais na Amazônia.

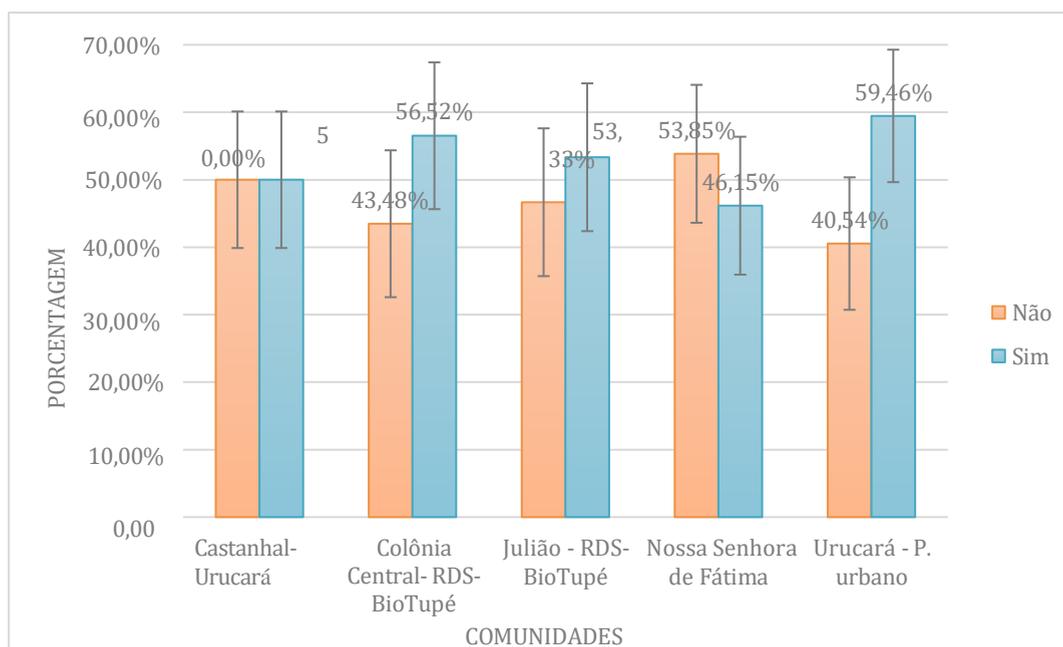
A Tabela 12 e o Gráfico 12 apresentam os resultados da pergunta sobre a instalação do Linhão de Tucuruí que melhorou significativamente a qualidade de vida nas comunidades. Nas comunidades que não são conectadas ao linhão a média de respostas sim foi de 41,85% e não foi de 58,15%. Como a maioria afirma, a passagem do linhão não trouxe melhorias significativas para as comunidades. No caso das comunidades conectadas ao SIN, as respostas dos comunitários indicaram que em média 41,76% responderam sim e 58,23% afirmaram não.

Tabela 12 - A instalação do Linhão de Tucuruí melhorou significativamente a qualidade de vida na sua comunidade?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal- Uruará	40	NÃO	59,50%	± 9,93%
		SIM	40,50%	± 9,93%
Colônia Central- RDS- BioTupé	34	NÃO	56,80%	± 10,87%
		SIM	43,20%	± 10,87%
Julião - RDS- BioTupé	34	NÃO	60,00%	± 10,75%
		SIM	40,00%	± 10,75%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	53,80%	± 10,22%
		SIM	46,20%	± 10,22%
Uruará - P. urbano	41	NÃO	60,90%	± 9,75%
		SIM	39,10%	± 9,75%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Gráfico 12 - A instalação do Linhão de Tucuruí melhorou significativamente a qualidade de vida na sua comunidade?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

A percepção de melhoria na qualidade de vida devido à instalação do Linhão de Tucuruí não é majoritariamente positiva. Mais de 50% dos entrevistados em todas as comunidades relataram que não houve melhoria significativa. Esses resultados sugerem que, apesar de haver percepções mistas sobre os benefícios do Linhão de Tucuruí, as respostas são consistentemente semelhantes entre as comunidades.

A ausência de uma percepção amplamente positiva sobre a melhoria na qualidade de

vida indica a necessidade de uma análise mais detalhada dos fatores que estão moldando essa percepção. Pode ser necessário implementar melhorias adicionais na infraestrutura e nas políticas associadas ao Linhão de Tucuruí para alcançar os resultados esperados pelas comunidades.

Adicionalmente foi perguntado se a comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí (Tabela 13 e o Gráfico 13). As respostas para a questão estão organizadas em dois grupos, sendo as comunidades não conectadas ao SIN (Urucará e Castanhal) a média de respostas não foi de 59,35% e 40,65% responderam sim. Nas comunidades conectadas ao SIN (Julião, Nossa senhora de Fátima e Colônia Central) a média de resultados foram 59,96% de respostas não e 40,03% responderam sim.

Tabela 13 - A sua comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal- Urucará	40	NÃO	61,9%	± 9,83%
		SIM	38,1%	± 9,83%
Colônia Central- RDS-BioTupé	34	NÃO	60,9%	± 10,71%
		SIM	39,1%	± 10,71%
Julião - RDS- BioTupé	34	NÃO	60,0%	± 10,75%
		SIM	40,0%	± 10,75%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	59,0%	± 10,08%
		SIM	41,0%	± 10,08%
Urucará - P. urbano	41	NÃO	56,8%	± 9,90%
		SIM	43,2%	± 9,90%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

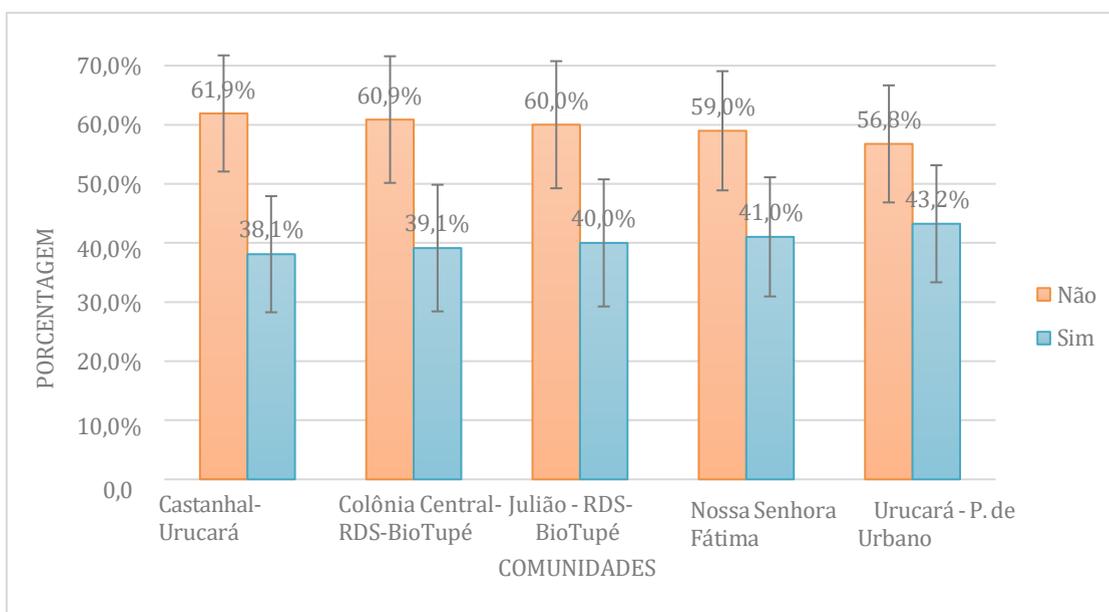
A observação desses dados revela que as comunidades rurais, seja do entorno do linhão como nas adjacências, não viram muitas mudanças na oferta de emprego, e o desenvolvimento socioeconômico, ainda que se tenha projetado novos momentos na realidade dessas populações.

A situação socioeconômica das comunidades rurais na zona metropolitana de Manaus, segundo o IBGE, revela uma série de desafios, particularmente em termos de infraestrutura, educação, saúde e renda. Essas áreas, que estão geograficamente próximas à capital do Amazonas, ainda enfrentam condições de vida muito distintas das zonas urbanas.

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, as comunidades rurais em torno de Manaus apresentam renda média per capita inferior à das áreas urbanas. A economia

dessas regiões é fortemente dependente de atividades de subsistência, como agricultura familiar, pesca e extrativismo. Essa dependência limita a geração de renda e agrava a vulnerabilidade social. Estima-se que, nas áreas rurais do Norte, grande parte da população sobrevive com menos de meio salário-mínimo por mês, o que intensifica os índices de pobreza e exclusão social [113].

Gráfico 13 - A sua comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

No Censo de 2022, em contrapartida, a situação das comunidades rurais em torno de Manaus ainda reflete desafios significativos, embora tenha apresentado algumas melhorias. As áreas rurais continuam apresentando renda média per capita inferior às áreas urbanas, com muitos moradores dependentes de atividades de subsistência, como agricultura familiar, pesca e extrativismo [110].

Ainda persiste uma alta vulnerabilidade social, e uma parcela específica da população rural sobrevivente com renda inferior a um salário-mínimo. Embora o percentual de pessoas nessa situação tenha diminuído ao longo da última década, as áreas rurais do Norte ainda enfrentam índices elevados de pobreza e exclusão social, o que exige atenção contínua por parte de políticas públicas e programas de desenvolvimento regional [111].

O acesso a serviços básicos nas áreas rurais da zona metropolitana de Manaus é extremamente restrito. De acordo com dados do IBGE de 2010, menos de 50% dos domicílios rurais tinham acesso à rede de abastecimento de água, e menos de 30% contavam com

saneamento básico adequado. Em muitas dessas comunidades, o transporte fluvial é a única forma de locomoção, o que agrava o isolamento e dificulta o acesso a serviços essenciais, como saúde e educação. [114].

No Censo de 2022, houve melhorias significativas no acesso à água e ao saneamento básico nas áreas rurais do Brasil, embora ainda haja desafios a serem superados. O percentual de domicílios rurais com acesso à rede de abastecimento de água aumentou, chegando a cerca de 64%, o que reflete um avanço em relação aos dados de 2010, onde menos de 50% tinham acesso. Em relação ao saneamento básico, aproximadamente 45% dos domicílios rurais contavam com alguma forma de saneamento adequado, também proporcionando uma melhoria em comparação ao Censo de 2010, onde menos de 30% foram atendidos [110; 107].

No entanto, as dificuldades de acesso permanecem, especialmente em comunidades mais isoladas, onde o transporte fluvial ainda é a principal forma de locomoção. Isso pode dificultar o acesso a serviços essenciais como saúde e educação, ressaltando a necessidade de políticas públicas que continuem a promover melhorias na infraestrutura e na qualidade de vida nessas regiões.

Os índices educacionais nas comunidades rurais são igualmente preocupantes. Segundo dados do IBGE, a taxa de analfabetismo nas áreas rurais da região Norte é significativamente mais elevada em comparação com as áreas urbanas, especialmente entre adultos e idosos. Muitas crianças e jovens enfrentam dificuldades para frequentar a escola devido à distância e à falta de transporte adequado. Além disso, a precariedade das escolas rurais, muitas vezes sem infraestrutura básica, dificulta a aprendizagem.

O acesso à saúde também é um grande desafio nessas comunidades. Em muitas áreas rurais, a população depende de barcos ou longas jornadas para acessar serviços de saúde em Manaus. A cobertura de programas de saúde da família e de agentes comunitários ainda é limitada, contribuindo para taxas mais altas de doenças infecciosas e deficiências no acompanhamento pré-natal e cuidados infantis.

As comunidades rurais em Manaus dependem fortemente de subsídios e programas governamentais, como o Bolsa Família, que serve como uma fonte essencial de renda para muitas famílias. Iniciativas como o "Luz para Todos" têm ajudado a expandir o acesso à eletricidade nessas áreas, embora ainda exista um déficit considerável, especialmente nas regiões mais isoladas [115].

Estima-se que, apesar de algumas melhorias trazidas por programas sociais e de infraestrutura, a situação socioeconômica das comunidades rurais na zona metropolitana de

Manaus continue a apresentar desafios em termos de inclusão social, acesso a direitos básicos e desenvolvimento sustentável.

Esses dados sublinham a desigualdade entre as áreas urbanas e rurais e a necessidade de políticas públicas específicas para melhorar as condições de vida e garantir maior inclusão social e econômica.

Já no Município de Urucará-AM, a situação socioeconômica das comunidades rurais reflete as condições comuns às regiões rurais da Amazônia, onde o acesso a serviços básicos, infraestrutura e desenvolvimento econômico é limitado. Segundo dados do IBGE, o município apresenta desafios significativos relacionados à pobreza, educação, saúde e condições de vida. Urucará é um município onde a economia é fortemente baseada em atividades de subsistência, como a agricultura familiar, a pesca e o extrativismo vegetal, principalmente o açaí e o babaçu.

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, o município está entre os que apresentam a menor renda per capita no estado do Amazonas, com muitas famílias sobrevivendo com rendimentos baixos e sendo dependentes de programas sociais, como o Bolsa Família. Em 2010, a proporção da população em situação de pobreza extrema era significativa, com parte da população vivendo com menos de meio salário-mínimo por mês [116].

Por conseguinte, no Censo de 2022, o município de Urucará enfrentou ainda desafios relacionados à renda per capita e à pobreza, embora tenha tido algumas melhorias em comparação com 2010. O estado do Amazonas, incluindo Urucará, continua a apresentar índices de renda per capita baixos, e muitas famílias ainda dependem de programas sociais para sua subsistência [110; 107].

A proporção da população em situação de pobreza extrema em Urucará, embora tenha diminuído ao longo da década passada, ainda é preocupante, com uma parte significativa da população vivendo com menos de meio salário-mínimo por mês. Programas como o Bolsa família permanecem decisivas para apoiar essas famílias em vulnerabilidade.

Embora os dados específicos sobre Urucará no Censo de 2022 não estejam disponíveis no momento, é possível observar uma tendência de melhoria gradual na redução da pobreza e no aumento da renda média em algumas áreas do estado, mas a realidade ainda exige atenção e esforços contínuos de políticas públicas para promover o desenvolvimento econômico e social.

A educação nas áreas rurais de Urucará enfrenta desafios significativos. De acordo com os dados do Censo Escolar e do IBGE, a taxa de analfabetismo é mais elevada em áreas

rurais do município, especialmente entre adultos e idosos. O acesso às escolas é limitado, muitas vezes dependendo de longas jornadas de barco ou de estradas em más condições. A taxa de escolarização de crianças e adolescentes em idade escolar ainda está abaixo da média nacional, e muitos jovens abandonam os estudos para auxiliar nas atividades de subsistência familiar [164].

O acesso a serviços de infraestrutura nas comunidades rurais de Urucará é bastante precário. Dados do IBGE mostram que uma grande parte das residências não têm acesso a saneamento básico adequado, sendo que o esgoto é muitas vezes despejado diretamente em cursos d'água. O abastecimento de água também é limitado, com muitas famílias dependentes de poços artesianos ou de fontes naturais para consumo. Em 2010, apenas 4,5% dos domicílios rurais tinham acesso à rede geral de esgoto, e 27% tinham água canalizada.

Além disso, o transporte é um fator crítico, já que a maior parte da locomoção é feita por meio de barcos, uma vez que a infraestrutura rodoviária é escassa. Isso isola as comunidades rurais e dificulta o acesso a serviços em centros urbanos.

O acesso à saúde nas áreas rurais de Urucará é limitado. De acordo com o IBGE, há falta de postos de saúde e médicos em muitas das comunidades rurais. A cobertura de programas de saúde pública, como o Programa Saúde da Família, é insuficiente, resultando em dificuldades para o atendimento de doenças crônicas e emergências médicas. O transporte fluvial, muitas vezes precário, atrasa o acesso a centros de saúde na sede do município [115]. As condições de moradia e o acesso à saúde influenciam diretamente na taxa de mortalidade infantil em Urucará, que é superior à média nacional, conforme o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Assim como em outras regiões da Amazônia, as famílias rurais de Urucará dependem fortemente de programas sociais do governo.

O Bolsa Família é uma das principais fontes de renda para essas comunidades, complementado por iniciativas como o Programa Luz para Todos, que tem ampliado o acesso à eletricidade. No entanto, em 2010, apenas cerca de 70% dos domicílios rurais tinham acesso à energia elétrica, revelando ainda algumas lacunas.

A economia de subsistência das comunidades rurais de Urucará também é impactada por questões ambientais. A pesca e a agricultura, principais fontes de renda, estão vulneráveis às mudanças climáticas e à exploração insustentável dos recursos naturais, como o desmatamento. A falta de acesso a tecnologias agrícolas sustentáveis e a assistência técnica limitam o desenvolvimento econômico.

Embora o Censo Demográfico de 2022 ainda não tenha divulgado dados detalhados

sobre as condições socioeconômicas rurais, é possível inferir que a situação socioeconômica de Urucará tenha mantido os desafios observados na década anterior, como a falta de infraestrutura, acesso limitado à saúde e educação, e alta dependência de subsídios governamentais.

Os resultados indicam que, embora a maioria dos moradores não perceba um aumento significativo nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí, essa percepção é consistentemente semelhante entre as comunidades. Estes dados ressaltam a necessidade de políticas adicionais e programas de apoio para maximizar os benefícios econômicos proporcionados pela nova infraestrutura energética, garantindo que esses benefícios sejam plenamente realizados em todas as comunidades afetadas. A Tabela 14 e o Gráfico 14 apresenta os resultados da pergunta sobre se a forma de geração de energia praticada nos SEI da comunidade contribui para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e ao bem-estar social.

Tabela 14 - A forma de geração de energia praticada - SEI ou SIN - na comunidade, contribui para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e bem-estar social?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS		PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)	
		NÃO	SIM		±	
Castanhal-Urucará	40	NÃO		50,00%	±	10,12%
		SIM		50,00%	±	10,12%
Colônia Central-RDS-BioTupé	34	NÃO		43,48%	±	10,88%
		SIM		56,52%	±	10,88%
Julião - RDS-BioTupé	34	NÃO		46,67%	±	10,95%
		SIM		53,33%	±	10,95%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO		53,85%	±	10,22%
		SIM		46,15%	±	10,22%
Urucará - P. urbano	41	NÃO		40,54%	±	9,81%
		SIM		59,46%	±	9,81%

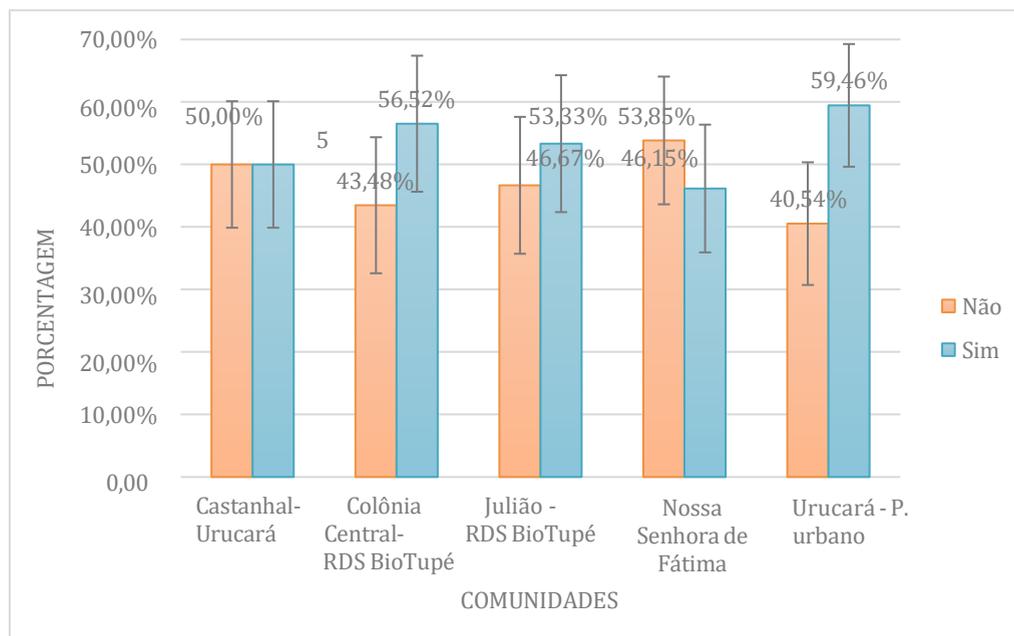
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

As respostas para os SEI tem em média: 45,2% sinalizadas com não e 54,75% responderam sim. Para as comunidades conectadas ao SIN, se tem 47% dos respondentes sinalizaram não e 53% responderam sim.

Nessa questão se tem uma divisão ponderada das respostas tanto para as comunidades dos SEI e do SIN, tendo uma leve concordância de que impactam ambientalmente e causam impactos negativos à saúde das populações. Essa constatação só se tem clareza à medida que

se junta os aspectos pró e contra o quão impactante é a instalação de sistemas elétricos nas comunidades que mobilizam a floresta e sua estrutura com a passagem das redes.

Gráfico 14 - A forma de geração de energia praticada - SEI ou SIN - na comunidade, contribui para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e bem-estar social?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Os resultados indicam que, em média, uma ligeira maioria dos moradores acredita que a forma de geração de energia nos SEI causar impactos negativos. No entanto, a opinião é bastante dividida e não há diferenças significativas entre as comunidades em relação a essa percepção. Isso sugere que os impactos percebidos são uniformes ao longo das áreas estudadas, ou que fatores comuns influenciam a percepção dos moradores em todas as comunidades.

Agora é a análise dos resultados da pergunta sobre se a implementação do linhão de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas, destacados na Tabela 15 e o Gráfico 15.

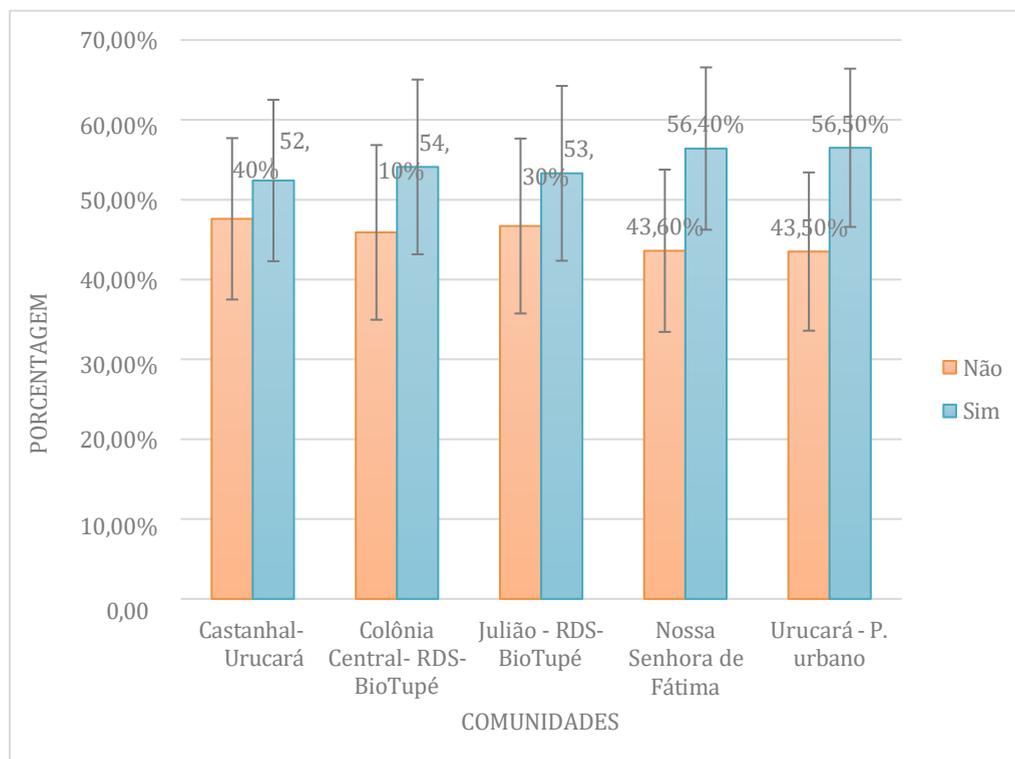
Em média, os moradores do sistema não conectados ao SIN, 53,25% responderam sim e 46,75% responderam não e nas comunidades conectadas ao SIN, a média foi de 55,4% responderam sim e 44,6% responderam não. Se tem a noção de que houve mudanças significativas, principalmente quando na construção das torres e instalações que na maioria dos casos aproveitou a mão de obra local para o trabalho, mas com o tempo houve o esforço em melhorar a condição da energia elétrica que persiste com problemas de paralisações,

Tabela 15 - Você considera que a implementação do linhaõ de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas?

COMUNIDADE	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	RESPOSTAS	PROPORÇÃO	MARGEM DE ERRO (Confiança de 80%)
Castanhal-Urucará	40	NÃO	47,60%	± 10,11%
		SIM	52,40%	± 10,11%
Colônia Central-RDS-BioTupé	34	NÃO	45,90%	± 10,94%
		SIM	54,10%	± 10,94%
Julião - RDS-BioTupé	34	NÃO	46,70%	± 10,95%
		SIM	53,30%	± 10,95%
Nossa Senhora de Fátima	39	NÃO	43,60%	± 10,16%
		SIM	56,40%	± 10,16%
Urucará - P. urbano	41	NÃO	43,50%	± 9,91%
		SIM	56,50%	± 9,91%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Gráfico 15 - Você considera que a implementação do linhaõ de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas?



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

No processo de adaptabilidade algumas coisas foram atualizadas, como aquisição e uso de bens e serviços, além da validação de oportunidades de trabalho com o auxílio da

energia elétrica, por essa razão que se deve otimizar o sistema para que ele se torne funcional para novos negócios e a diversificação dos ramos econômicos que podem aflorar com o advento da energia elétrica.

Os resultados indicam que, em média, uma ligeira maioria dos moradores acredita que a implementação do linha de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para suas comunidades. No entanto, essa percepção é consistentemente semelhante entre as diferentes comunidades, sugerindo que os benefícios percebidos são uniformes ao longo das áreas estudadas. A análise revela uma percepção positiva ligeiramente majoritária sobre os benefícios econômicos trazidos pelo linha de Tucuruí nas comunidades rurais do Amazonas. Apesar disso, quase metade dos moradores não vê esses benefícios, destacando a necessidade de continuar a trabalhar para garantir que os impactos econômicos positivos sejam amplamente reconhecidos e sentidos por todas as comunidades.

A análise revela uma insatisfação generalizada com os serviços de energia elétrica ofertados nas comunidades rurais do Amazonas. Isso destaca a necessidade urgente de melhorias na qualidade e na confiabilidade desses serviços para atender melhor às necessidades dos moradores. É essencial que as autoridades e as empresas responsáveis pela energia elétrica considerem essas percepções ao planejar e implementar melhorias, garantindo que todas as comunidades recebam um serviço adequado e satisfatório.

Os resultados da pergunta sobre como os moradores avaliam as vantagens adicionadas com a eletrificação das localidades numa escala temporal de aplicação da integração nacional com energia elétrica, considerando o passado e o presente são mostrados na Tabela 16.

Tabela 16 - Numa escala temporal de aplicação da integração nacional com energia elétrica, em sua comunidade, analisando o passado e o presente, que nota você daria para as vantagens adicionadas com a eletrificação das localidades

Comunidades	Totalmente Insatisfeito.	Insatisfeito	Neutro	Satisfeito	Totalmente satisfeito	Total
Castanhal- Urucará	14,3%	16,7%	28,6%	19,0%	21,4%	100,0%
Urucará - P. urbano	24,3%	24,3%	37,8%	13,5%	-	100,0%
Julião - RDS- BioTupé	25,0%	20,0%	25,0%	20,0%	10,0%	100,0%
Nossa Senhora de Fátima	12,8%	33,3%	20,5%	17,9%	15,4%	100,0%
Colônia Central- RDS- BioTupé	8,7%	21,7%	21,7%	21,7%	26,1%	100,0%
Total	18,4%	22,9%	26,9%	18,4%	13,4%	100,0%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Observando os resultados se percebe que nas comunidades isoladas 19,3% responderam totalmente insatisfeitos; 20,5% responderam insatisfeitos; 22,4 sinalizaram neutro; 16,25% responderam satisfeito e 10,7% responderam totalmente satisfeitos.

Para as comunidades conectadas ao SIN, as respostas são: 15,5% responderam totalmente insatisfeitos; 25% responderam insatisfeitos; 33,2% sinalizaram neutro; 19,86% responderam satisfeito e 17,16% responderam totalmente satisfeitos.

A análise revela que, embora haja reconhecimento dos benefícios da eletrificação, existe uma proporção significativa de insatisfação e neutralidade entre os moradores. Isso indica a necessidade de continuar aprimorando a infraestrutura e os serviços de eletrificação para garantir que os benefícios sejam amplamente percebidos e valorizados por todas as comunidades.

Para resumir as questões que analisam o impacto socioeconômico do Linhão de Tucuruí, se apresenta uma tabela resumo que mostra as percepções dos moradores em relação a várias dimensões avaliadas. A Tabela 17 destaca a porcentagem de respostas "Sim" e "Não" para questões binárias, além de categorias relevantes para questões de satisfação, fornecendo uma visão clara e concisa sobre como as comunidades rurais percebem os efeitos dessa infraestrutura energética.

Nas perguntas sobre a qualidade de vida aproximadamente 58,2% dos moradores não perceberam uma melhoria significativa na qualidade de vida, enquanto 41,8% perceberam. Oportunidades Econômicas: 59,7% dos moradores não perceberam um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico, contra 40,3% que perceberam.

Sobre o Sistema de Geração de Energia a insatisfação geral é alta, com 13,0% totalmente insatisfeitos e 35,5% insatisfeitos. Apenas 14,0% estão satisfeitos ou totalmente satisfeitos. Sobre os Impactos Ambientais e de Saúde: 52,7% dos moradores acreditam que a geração de energia nos SEI causa impactos negativos, enquanto 47,3% não acreditam. Com relação aos Benefícios Econômicos: 54,2% dos moradores acreditam que a implementação do linhão trouxe benefícios econômicos significativos, contra 45,8% que não acreditam.

Tabela 17 - Resumo das Percepções sobre o Impacto Socioeconômico do Linhão de Tucuruí

Pergunta	Respostas "Não" (%)	Respostas "Sim" (%)
2. A instalação do Linhão de Tucuruí melhorou significativamente a qualidade de vida na sua comunidade?	58,2%	41,8%
3. A sua comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí?	59,7%	40,3%

5. Como você avalia o sistema de geração de energia que opera em sua comunidade?	Totalmente insatisfeito: 13,0% Insatisfeito: 35,5%	Neutro: 37,5% Satisfeito: 10,0% Totalmente satisfeito: 4,0%
7. A forma de geração de energia praticada nos SEI da comunidade contribui para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e bem-estar social?	47,3%	52,7%
11. Você considera que a implementação do linhão de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas?	45,8%	54,2%
13. Você considera que o impacto socioeconômico dos Sistemas Elétricos Isolados nas comunidades rurais do Amazonas é semelhante ao que se propaga nos canais de divulgação de notícias e na literatura?	65,2%	34,8%
15. Sobre o grau de satisfação com os serviços de energia elétrica ofertados, no processo evolutivo, no âmbito rural, que nota você daria para esse sistema?	Totalmente insatisfeito: 13,0% Insatisfeito: 35,5%	Neutro: 37,5% Satisfeito: 10,0% Totalmente satisfeito: 4,0%
20. Numa escala temporal de aplicação da integração nacional com energia elétrica, em sua comunidade, analisando o passado e o presente, que nota você daria para as vantagens adicionadas com a eletrificação das localidades?	Totalmente insatisfeito: 18,4% Insatisfeito: 22,9%	Neutro: 26,9% Satisfeito: 18,4% Totalmente satisfeito: 13,4%

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa de campo.

Comparação com a Divulgação: 65,2% dos moradores não acreditam que o impacto dos SEI é semelhante ao propagado nas mídias, enquanto 34,8% acreditam. Assim como a Satisfação com os Serviços de Energia: a insatisfação com os serviços de energia é alta, com 13,0% totalmente insatisfeitos e 35,5% insatisfeitos. Apenas 14,0% estão satisfeitos ou totalmente satisfeitos. E sobre as Vantagens da Eletrificação: a insatisfação com as vantagens da eletrificação é notável, com 18,4% totalmente insatisfeitos e 22,9% insatisfeitos. 31,8% estão satisfeitos ou totalmente satisfeitos.

De forma geral o resumo mostra que há uma percepção mista sobre os impactos socioeconômicos do Linhão de Tucuruí, com muitos moradores expressando insatisfação ou neutralidade em relação aos benefícios percebidos. Os efeitos provenientes da presença da energia elétrica chamam atenção para as lacunas que persistem deixando instabilidade para as populações que habitam as regiões. O fato é que a expectativa dos moradores é poder contar com um sistema que lhes traga segurança para a funcionalidade dos serviços públicos como escolas, postos de saúde e outros serviços essenciais para a população.

5.5 Realidades, Soluções e Perspectivas

Com base nos objetivos específicos cujo aspecto foi identificar as comunidades isoladas por município no estado do Amazonas ao longo do percurso do Linhão, com relação à utilização da energia elétrica e a situação socioeconômica, foi necessário realizar uma análise cuidadosa dos dados disponíveis. Inicialmente, foi utilizada informações sobre a localização das comunidades, bem como dados sobre o acesso à energia elétrica, obtidos a partir de pesquisas e estatísticas realizadas por órgãos governamentais e empresas do setor elétrico. Em seguida, foi avaliada a situação socioeconômica das comunidades isoladas com base no município de Urucará na Comunidade Castanhal, perímetro urbano e incluindo as comunidades da região do Tarumã Mirim (Colônia Central – RDS BioTupé; Comunidade do Julião – RDS BioTupé) e a Comunidade de Nossa senhora de Fátima.

A identificação do perfil das comunidades isoladas em cada município, com relação ao acesso à energia elétrica e sua situação socioeconômica, identifica as principais necessidades e desafios enfrentados por essas comunidades. O desenvolvimento de estratégias e mencionar as políticas públicas capazes de melhorar o acesso à energia elétrica e promover o desenvolvimento socioeconômico dessas comunidades requer tomadas de decisões, contribuindo para reduzir as desigualdades regionais e promover a inclusão social.

Por intermédio das visitas para coleta de dados na comunidade Nossa Senhora de Fátima, em duas ocasiões a energia elétrica estava inoperante, o que destaca claramente o descontentamento da população que questionou a execução da pesquisa, em vista de outras situações já terem ido a essa localidade e poucas mudanças essa população tem sentido.

A Comunidade Nossa Senhora de Fátima fica na margem esquerda do Tarumã Mirim e tem conexão por via terrestre com a Zona Metropolitana de Manaus e atualmente sua alimentação de energia elétrica vem do consórcio que atua na região. Por outro lado, a Comunidade Castanhal e a Zona de perímetro urbano de Urucará, alegaram que já foi difícil a alimentação de energia nas localidades, mas nos últimos anos, com a instalação de nova usina Termelétrica a energia elétrica deixou de faltar, mesmo não sendo uma energia que provém do linhão, mas a energia tem chegado aos diferentes lugares do município.

A situação descreve que embora as comunidades localizadas no entorno do setor metropolitano e que recebem a energia no sistema interligado a Manaus, tem dificuldades em vista da interferência dos sistemas fenomenológicos e das dificuldades de manutenção das redes, ocasionado em um serviço limitado, frágil e instável para as populações dessas localidades.

O processo de desenvolvimento passou nas localidades de Urucará e o maior impacto

socioeconômico foi sentido na passagem do linhão, onde a oferta de empregos temporários mobilizaram a economia local. Passando esse período a rotina das comunidades voltou a sua normalidade e ainda persiste na região a geração de combustíveis fósseis.

No sentido de implementar o levantamento das maiores causas de vulnerabilidades sociais dos sistemas elétricos isolados em decorrência da utilização da energia elétrica, levando em consideração a estrutura, a forma de geração praticada e a oferta de recursos sustentáveis presentes nas localidades, foi necessário seguir alguns passos importantes: como identificar as comunidades que utilizam sistemas elétricos isolados e coletando informações sobre a forma de geração de energia elétrica utilizada em cada uma dessas comunidades, obtendo junto às empresas de energia elétrica, às associações de moradores locais, às cooperativas de energia e outros órgãos competentes.

A avaliação da estrutura dos sistemas elétricos isolados, identificando as principais limitações e desafios enfrentados pela comunidade em relação ao acesso e utilização da energia elétrica. Foi importante considerar os aspectos como a capacidade de geração de energia, a qualidade da energia fornecida, a segurança e a confiabilidade dos sistemas elétricos, entre outros.

A verificação da oferta de recursos sustentáveis presentes nas localidades, como a energia solar, eólica, hidráulica, biomassa, entre outros foi outra preocupação, identificando as principais causas de vulnerabilidade social relacionadas à utilização da energia elétrica em cada comunidade, considerando, a falta de acesso, o alto custo, a baixa qualidade da energia, a dependência de combustíveis fósseis, entre outros.

A Proposta de soluções e estratégias para superar as vulnerabilidades identificadas, promovendo a utilização de recursos sustentáveis e a melhoria do acesso e qualidade da energia elétrica se torna uma alternativa plausível, embora não se tenha iniciativa por parte dos sistemas de geração de energia.

Essas soluções envolvem investimentos em infraestrutura, tecnologia, capacitação e financiamento, entre outras ações. O levantamento das maiores causas de vulnerabilidades sociais dos sistemas elétricos isolados em decorrência da utilização da energia elétrica requer uma análise cuidadosa da estrutura, forma de geração e oferta de recursos sustentáveis presentes nas comunidades, e resultou em soluções que promovem a inclusão social e o desenvolvimento sustentável das comunidades isoladas.

No sentido de relacionar e correlacionar os dados da realidade das comunidades visitadas com as informações da literatura, com o objetivo de perfilar as condições de

identidade das populações, locais e atividades socioeconômicas, foi necessário adotar uma abordagem interdisciplinar que considerou diversas áreas do conhecimento.

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a região e as comunidades visitadas, buscando informações sobre a história, a cultura, a economia, a geografia, a ecologia, entre outros aspectos relevantes

Em seguida, foram realizadas visitas às comunidades, com o objetivo de coletar dados sobre as condições de vida, trabalho, saúde, educação, habitação, infraestrutura, entre outros aspectos relevantes. Durante essas visitas, foi importante estabelecer um diálogo aberto e respeitoso com as comunidades, ouvindo suas demandas e expectativas, buscando entender suas perspectivas sobre a realidade local.

Com base nessas informações, foi possível levantar dados da realidade das comunidades visitadas com as informações da literatura, identificando as principais características e desafios enfrentados pelas populações locais em relação às atividades socioeconômicas e aos recursos naturais disponíveis na região.

Perfilar as condições de identidade das populações, locais e atividades socioeconômicas, compreendendo a dinâmica e as complexidades das relações entre os diversos elementos que compõem a realidade local. Essa abordagem permitiu observar o desenvolvimento das comunidades, considerando suas demandas e potencialidades.

E por fim, para sugerir maneiras de compensação prática e inteligente para gerir energia elétrica sustentável nas comunidades, foi necessário considerar as especificidades de cada comunidade, a disponibilidade de recursos, a capacidade técnica e financeira das operadoras da rede de transmissão ou parceiros independentes para implementar soluções de energia renovável.

Ressaltando possíveis soluções, a energia solar fotovoltaica parece promissora com instalação de parques estruturados, com a participação das operadoras da rede de transmissão ou parceiros independentes podem financiar a instalação de sistemas solares fotovoltaicos em cada casa ou em um local central, gerando eletricidade suficiente para as necessidades básicas da comunidade, eliminando o efeito negativo pela falta de energia elétrica. Esses sistemas são de baixa manutenção e podem durar muitos anos, reduzindo os custos a longo prazo, podendo ser monitorado através dos próprios moradores, treinados para tal ação.

Outras formas de geração de energia podem ser investigadas, estudando cada localidade e o nível de recursos existentes e com capacidade de se aplicar tecnologias para a geração de energia, a sugestão do sistema solar é devido sua presença em inúmeros locais na

zona urbana e rural da região.

Parcerias com empresas locais, com as operadoras da rede de transmissão ou parceiros independentes estabelecendo parcerias com empresas locais para fornecer recursos, materiais e suporte técnico para a instalação de sistemas de energia renovável. Isso ajuda a reduzir os custos de instalação e manutenção e a garantir que os recursos necessários estejam disponíveis localmente.

Treinamento de membros da comunidade, juntamente com as operadoras da rede de transmissão ou parceiros independentes podem oferecer esse treinamento e capacitação para membros da comunidade, ensinando como instalar e manter sistemas de energia renovável. Isso pode ajudar a reduzir os custos de mão de obra e garantir que os sistemas sejam mantidos adequadamente a longo prazo.

Programas de incentivo, com o uso de energia renovável. Por exemplo, oferecendo descontos ou créditos para membros da comunidade que instalem sistemas de energia renovável ou reduzirem seu consumo de energia.

O Crowdfunding, com as operadoras da rede de transmissão ou parceiros independentes podem trabalhar com as comunidades para levantar fundos por meio de plataformas. Esses fundos podem ser usados para financiar a instalação e manutenção de sistemas de energia renovável, reduzindo os custos para os membros da comunidade.

Fazendo uma reflexão sobre as problemáticas existentes e os avanços ocasionados pela presença da energia elétrica nas comunidades, este estudo buscou conciliar as informações sobre as problemáticas existentes nas comunidades e assim associar suas causas a fatores que podem vir a contribuir para minimizar problemas com relação a qualidade de energia e seus efeitos.

5.5.1 Perspectivas e possíveis soluções inteligentes incluindo recursos renováveis e a sustentabilidade

Diante da realidade desafiadora da região, as perspectivas e soluções inteligentes que envolvem o uso de recursos renováveis e a sustentabilidade estão ganhando crescente importância para enfrentar os desafios energéticos e ambientais. A consideração dessas perspectivas e possíveis soluções no campo da energia é essencial, conforme destacado na Tabela 18.

Essas são apenas algumas das perspectivas e soluções inteligentes que podem ser

adotadas para promover a sustentabilidade e o uso de recursos renováveis. É crucial continuar investindo em pesquisa, inovação e políticas que incentivem essas iniciativas, além de envolver toda a sociedade no processo de transição para uma matriz energética mais sustentável.

Tabela 18 - Possibilidades de soluções energéticas para a região [96]

Energias renováveis	O aumento da participação de fontes de energia renovável, como a solar, é uma perspectiva promissora. Investir em infraestrutura e tecnologias que possibilitem a geração, armazenamento e distribuição dessas energias renováveis é essencial para alcançar um sistema energético mais limpo e sustentável.
Geração distribuída	A geração distribuída, onde os consumidores produzem sua própria energia a partir de fontes renováveis, como painéis solares, é uma solução inteligente e sustentável. Essa prática diminui a dependência da rede elétrica convencional, promove o uso de energias limpas e possibilita até a venda do excedente de energia para a rede.
Armazenamento de energia	O avanço das tecnologias de armazenamento de energia é crucial para gerenciar a intermitência das fontes renováveis, como a solar. Soluções como baterias de íons de lítio, sistemas de armazenamento térmico e hidrogênio verde são fundamentais para equilibrar a oferta e a demanda de energia, além de facilitar a integração das energias renováveis na matriz elétrica.
Eficiência energética	Aumentar a eficiência energética em diversos setores, como construção, transporte e indústria, é essencial para reduzir o consumo de energia e diminuir o impacto ambiental. Adoção de soluções inteligentes, como automação predial, sistemas de iluminação LED e dispositivos inteligentes para o gerenciamento de energia, pode otimizar o uso de energia e promover uma utilização mais sustentável.
Cidades inteligentes e redes de energia inteligentes	A integração de tecnologias avançadas em infraestruturas urbanas e redes elétricas é uma perspectiva crucial. Sistemas de energia inteligentes podem monitorar o consumo, gerenciar a demanda, identificar ineficiências e promover uma distribuição mais eficiente da eletricidade. Essas tecnologias ajudam a criar cidades mais sustentáveis e resilientes.
Educação e conscientização	Promover a educação e a conscientização sobre a importância da sustentabilidade energética é fundamental. Incentivar a adoção de práticas e comportamentos sustentáveis em residências, empresas e comunidades podem acelerar a transição para um modelo energético mais limpo e sustentável.

A associação de diferentes fatores para a busca de soluções das problemáticas de falta de energia ou a intermitência no fornecimento requer estudos de cada situação que se opõe à realidade de cada comunidade.

Participaram da pesquisa moradores de cinco localidades e se percebeu que as maiores causas de problemas se assemelham, mas requerem ações diferenciadas para sua melhoria.

Na comunidade de Castanhal e no perímetro urbano de Urucará, por exemplo, Castanhal se situa nas proximidades da sede do município de Urucará, ganhando até a perspectiva de bairro, nesse caso, as soluções seriam a implementação de sistemas interligados à rede elétrica ou não, como sistemas ongrid e/ou off grid de energia solar fotovoltaica, reduzindo o risco de falta de energia por tempos prolongados. Assim, identificando os nichos que são impactados decisivamente com a falta de energia, projetando soluções sustentáveis para atenuar danos causados pela instabilidade da energia elétrica.

Considerando que tanto a comunidade Castanhal quanto o perímetro urbano de Urucará não estão interligados ao SIN, mas estão geograficamente mais próximas do Linhão de Tucuruí, existe uma abordagem para locais próximos a linhas de transmissão onde são alimentadas cargas próximas a 6 MVA [117]. Esta abordagem é conhecida como SWS – Shield Wire Line, e consiste na alimentação de pequenas cargas através dos cabos para-raios das linhas de transmissão. Hastes centelhadores são instaladas em paralelo aos isoladores da linha para que a linha principal seja protegida de eventuais descargas atmosféricas.

Para as comunidades da calha do Tarumã Mirim, mesmo conectadas ao SIN sofrem com a falta de uma energia elétrica consistente, e para essas localidades as soluções podem ser distintas, pois a comunidade Nossa Senhora de Fátima possui uma população mais avantajada e requer soluções pontuais no comércio, nas escolas, no posto de saúde, tornando incerto os rumos das atividades na localidade, das três visitas à comunidade, duas vezes estavam com falta de energia elétrica num período de menos de 20 dias. Essa situação poderia ser contornada com um levantamento das maiores urgências e em conjunto com os órgãos de acompanhamento promover ações que permitissem minimizar os prejuízos à população otimizando maneiras inteligentes e tecnológicas para prover soluções à localidade. Tendo em vista que os órgãos públicos funcionam quase que exclusivamente durante o dia, sistemas de geração de energia solar fotovoltaica poderiam ser alternativas viáveis para redução da demanda nesses períodos, além de resultar em economia ao erário.

Nas comunidades da reserva de BioTupé, onde as populações são menores, porém, o

acesso a energia elétrica faz um percurso muito longo e propenso a ações da natureza por eventos climáticos. Nesses casos a facilitação para a energia solar, por meio de ações coordenadas, validaria uma condição de oportunidades para os comunitários receberem uma energia que consiga suprir suas necessidades. Em muitos casos, conectar à rede existente não seria a solução, especificamente, e sim procurar integrar ações que subsidiem soluções a baixo custo e capacidade de autonomia para as próprias comunidades pudessem gerir suas necessidades.

Nessa senda, considerando que as comunidades ribeirinhas mais isoladas se distribuem ao longo das margens do rio, os sistemas de geração de energia solar fotovoltaica híbrido são os mais indicados. Este sistema é um dos mais completos e atuais do mercado, pois está apto a operar nas modalidades on grid, Off-Grid e Híbrido. No caso das pequenas comunidades isoladas, a aplicação do sistema poderá funcionar na modalidade off-grid (com baterias) nos casos em que a rede de distribuição da concessionária não alcance a comunidade, ou de forma híbrida, nos casos em que haja rede de distribuição da concessionária. Além disso, os sistemas híbridos são capazes de integrar os geradores de energia a diesel que existem nas comunidades.

Capítulo 6: Conclusão

Os SEI no Brasil, especialmente nas áreas rurais do Amazonas, desempenham um papel decisivo para as comunidades que vivem em regiões remotas. Uma análise do impacto socioeconômico nas comunidades ao longo do Linhão de Tucuruí e adjacências revela que, embora a eletricidade tenha trazido promessas de progresso e conforto, os desafios persistem. A dependência de fontes de energia não renováveis, custos elevados e uma infraestrutura integrada têm qualidade de vida impactada, exigindo ações emergenciais para garantir a estabilidade socioeconômica.

O acesso à energia elétrica nas comunidades ribeirinhas é complexo, com muitos moradores enfrentando problemas de qualidade e uma insatisfação generalizada com a qualidade do serviço. Apesar do reconhecimento de benefícios econômicos, a maioria dos moradores não percebe melhorias significativas em sua qualidade de vida. A falta de conhecimento sobre consumo e tarifas eleva a vulnerabilidade social e econômica, especialmente entre aqueles que vivem com rendimentos baixos e dependentes de programas sociais, colabora com o distanciamento de uma solução mais cabal.

As comunidades expressam uma preferência pela energia solar, vendendo-a como uma solução viável e sustentável. Mas, a implementação de tecnologias alternativas é ainda incipiente e necessita de políticas públicas que garantam capacitação e acompanhamento.

A estrutura do sistema elétrico é mais adequada em áreas densamente povoadas, mas nas regiões mais remotas, a geração de energia é limitada e a energia térmica predomina. A falta de oferta constante e confiável de energia contribui para a vulnerabilidade das comunidades, que especialmente de orientações que promovem a educação sobre o uso sustentável da energia.

É fundamental que as estratégias energéticas considerem as necessidades das comunidades locais, promovam a equidade e utilizem a energia como ferramenta para melhorar a qualidade de vida dos habitantes rurais do Amazonas, garantindo que os benefícios da eletrificação sejam eficazes e sustentáveis.

Fazendo uma análise das comunidades isoladas e conectadas ao SIN no Estado do Amazonas ao longo do percurso do Linhão de Tucuruí ou adjacências, revela um cenário complexo, onde a utilização da energia elétrica impacta diretamente a situação socioeconômica dos moradores. A identificação dessas comunidades e a avaliação de suas

condições são essenciais para entender as particularidades e os desafios enfrentados por essas populações, o que evidencia que muitas das problemáticas das comunidades rurais eram subtraídas no fechamento dos documentos norteadores, o que distancia a inserção de políticas públicas que venham a atender as necessidades das localidades, de acordo com suas especificidades.

O levantamento das causas de vulnerabilidade social nesses contextos é fundamental para delinear as consequências do uso da energia elétrica. As diferenças na estrutura de geração, os custos e a oferta de recursos mantidos variam significativamente entre as comunidades isoladas e conectadas ao SIN, o que exige uma abordagem diferenciada em políticas públicas e intervenções sociais.

A apresentação entre os dados encontrados nas comunidades visitadas e as informações disponíveis na literatura permitem um perfil mais completo das condições de identidade das populações locais e de suas atividades socioeconômicas. Essa compreensão aprofundada é vital para a formulação de estratégias que considerem as especificidades de cada comunidade, promovendo um desenvolvimento mais equitativo e sustentável.

Assim, sugerir maneiras de compensação práticas e inteligentes para a gestão da energia elétrica sustentável nas comunidades é uma etapa fundamental para garantir um futuro mais estável e próspero.

A colaboração entre operadoras de rede de transmissão e parceiros independentes pode viabilizar a implementação de sistemas de energia com custo zero ou baixo custo de manutenção e operação, garantindo que as comunidades tenham acesso a uma fonte de energia confiável e acessível. Essas iniciativas podem não apenas mitigar a vulnerabilidade social, mas também fomentar o desenvolvimento sustentável, melhorar a qualidade de vida e promover a inclusão social nas regiões mais afetadas.

Referências Bibliográficas

- [1] SAMPAIO, M, F. V. **Impactos das alternativas da Aneel para o sistema de compensação das microgerações e minigerações distribuídas de energia elétrica.** 2021.
- [2] EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2021). **Balanco energético nacional 2021** (dados de 2020). Ministério de Minas e Energia, Brasília.
- [3] VASCONCELOS, P. E. A., & DE MORAES MELLO, C. Direitos humanos a luz da agenda 2030 e plano clima energia 2050: o uso das energias renováveis em prol do meio ambiente. *Revista Interdisciplinar do Direito-Faculdade de Direito de Valença*, 19(1), 154-164. 2021.
- [4] BRASIL. **Tarifa de Energia Elétrica.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acao-a-informacao/perguntas-frequentes/tarifa-de-energia-elétrica>. Acesso em 15.02.2024.
- [5] TECNOGERA. O Que É SIN (Sistema Interligado Nacional)? (2015). Disponível em: <https://blog.tecnogera.com.br/blog/o-que-e-sin-sistema-interligado-nacional>. Acesso em 10.04.2024.
- [6] ONU- União das Nações Unidas. **Acesso à eletricidade avança, mas desigualdade ainda é obstáculo para cumprir meta de energia para todos.** (2021). Disponível em: Acesso à eletricidade avança, mas desigualdade ainda é obstáculo para cumprir meta de energia para todos as Nações Unidas no Brasil. Acesso em 30.08.2022.
- [7] NASCIMENTO, ADJ. Geração Fotovoltaica Distribuída como Elemento Subsidiário para Sistemas de Armazenamento de Energia em Ambiente de Tarifas Diferenciadas. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina/Florianópolis**, 2019.
- [8] FRIAS, L. S. **Transição energética e as soluções jurídicas para a construção de um modelo sustentável de desenvolvimento: realidade ou simulacro?** Belo Horizonte, 2020.
- [9] BERNARDES, P. A. C. D. S. **Abordagem para a configuração ótima de investimentos em projetos de microgeração biogás-solar FV a partir da otimização multiobjetivo.** 2023.
- [10] BISSIRIOU, A. O. S. **Contribuições para o gerenciamento de energia de microrredes CA monofásicas usadas em comunidades isoladas.** 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- [11] AL KEZ, D., FOLEY, A. M., AHMED, F. W., O'MALLEY, M., & MUYEEN, S. M., Potential of data centers for fast frequency response services in synchronously isolated power systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111547. 2021.
- [12] SMALLBONE, C; PAES, L. E. S. O Papel da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e da Associação Brasileira de Soldagem (ABS) em Relação à Capacidade Nacional de Soldagem no Brasil para Se Alcançarem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). *Soldagem & Inspeção*, v. 27, 2022.
- [13] EFING, A. C; RABELO, C. A. Consumo consciente e a instalação de redes elétricas inteligentes para um desenvolvimento sustentável. *Revista Direitos Sociais e Políticas*

Públicas (UNIFAFIBE), v. 8, n. 1, p. 27-44, 2020.

[14] NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Relatório estima que 8% da população não terá acesso à energia em 2030**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/>. Acesso em 10.06.2023.

[15] DIOUF, B.; MIEZAN, E. Desbloquear o potencial tecnológico para o acesso universal à energia limpa nos países em desenvolvimento. **Energias**, v. 17, n. 6, pág. 1488, 2024.

[16] BRECHA, R. J. O consumo limite de eletricidade permite múltiplos objetivos de desenvolvimento sustentável. **Sustentabilidade**, v. 11, n. 18, pág. 5047, 2019.

[17] HEIN, H. Relatório da IRENA aponta que investimentos na fonte solar fotovoltaica ajudariam a resolver o problema. 2022. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/>. Acesso em 12.06.2023.

[18] **National Energy Administration (NEA)**: A NEA - agência governamental responsável pela supervisão e regulamentação do setor de energia na China. Disponível em: (<http://www.nea.gov.cn>) acesso em 10.06,2023.

[19] **Renewable Energy Policy Network For The 21st Century (REN21)**. relatório anual, como o "Renewables Global Status Report", que podem incluir informações sobre a geração de energia em sistemas isolados na China. Disponível em: <https://www.ren21.net/>. Acesso em 12.06.2023.

[20] **Indigenous And Northern Affairs Canada (INAC)** - Remote Community Electrification: O INAC é responsável por fornecer informações e políticas relacionadas à eletrificação de comunidades remotas e indígenas no Canadá. Disponível em: (<https://www.sac-isc.gc.ca/eng/1100100033694/1100100033695>) Acesso em 12.06.2023.

[21] **Natural Resources Canada (NRCan)** - Remote and Indigenous Communities: Departamento governamental relacionadas aos recursos naturais, incluindo a geração de energia em áreas isoladas. Disponível em: (<https://www.nrcan.gc.ca/home>). Acesso em 12.06.2023.

[22] **Canadian Electricity Association (CEA)**: A CEA - associação de empresas de energia elétrica no Canadá. Disponível em: (<https://electricity.ca/>). Acesso em 12.06.2023.

[23] **CANMETENERGY**: centro de pesquisa em energia do Canadá. Pesquisas e desenvolvem soluções relacionadas à eficiência energética e fontes renováveis. Disponível em: (<https://www.nrcan.gc.ca/science-data/research-centres-labs/canmetenergy/5945>). Acesso em 12.06.2023.

[24] QIU, K.; ENTCHEV, E. Modelagem, projeto e otimização de sistemas integrados de energias renováveis para eletrificação em comunidades remotas. **Pesquisa em Energia Sustentável**, v. 1, pág. 10, 2024.

[25] WOYNILLOWICZ, D., BEEDELL, E., & WOODERS, P. **10 maneiras de vencer a corrida global para o Net-Zero**. 2021.

[26] WANG, Z., LE HOA PHAM, T., WANG, B., HASHEMIZADEH, A., BUI, Q., & NAWARATHNA, CLK O impacto simultâneo da educação e do desenvolvimento financeiro no consumo de energia renovável: uma investigação dos próximos 11 países. **Ciência Ambiental e Pesquisa sobre Poluição**, 29 (56), 85492-85509. 2022.

[27] NEGNEVITSKY, M. SEMSHIKOV, E. HAMILTON J. WANG. E X. Supply-Side Flexibility for Improved Hosting Capacity of Inverter-Based Generation Technologies:

Approaches to integrating isolated power systems", in **IEEE Electrification Magazine**, vol. 10, no. 3, pp. 65-70, setembro de 2022, doi: 10.1109/MELE.2022.3187884

[28] LANDERA, Y. A. G., NEVES, F. A., NETO, R. C., BENÍTEZ-ALONSO, A. A., & LEÓN-VILTRE, L. Revisão e comparação dos recentes requisitos de integração de fontes renováveis de energia. **Ingeniería Energética**, 41(3). 2020.

[29] ROCHA, A. D. S., & COSTA, H. T. V. **Integração entre o mundo real e o virtual no contexto 91 da Iot: Internet das Coisas e Blynk operacionalidade e viabilidade**. 2019.

[30] RIBEIRO, L. Y. O. **Análise do Planejamento Multi-etapa da Expansão da Transmissão de Sistemas Regionais**. B. Sc. UFRJ, Rio de Janeiro. 2017.

[31] Empresa De Pesquisa Energética, 2022. **Relatório de Planejamento do Atendimento aos Sistemas Isolados Horizonte 2023-2027 Ciclo 2022**. Disponível em <epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-713/EPE-NT-Planejamento%20SI-Ciclo_2022_r0.pdf>. acesso em 10.06.2023.

[32] AZEVEDO, C. S., & LIMA, F. M. (2021). Desafios e oportunidades para a implementação de sistemas elétricos isolados no Brasil: O papel das energias renováveis. **Revista Brasileira de Energia**, 27(1), 35-50. DOI: 10.5935/issn.2359-9702.20210005

[33] ROMANEL, C. **O licenciamento ambiental e o planejamento integrado da geração e transmissão de energia elétrica: limitações e desafios para o Brasil**. 2017. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

[34] DOS SANTOS, A. J., MUELLER, A. A., THESING, N. J., SÁ, M. M. R., & SCHUSTER, I. Capacidades estatais: um estudo nas comunidades ribeirinhas, do Baixo Amazonas, no Pará/Brasil. **Caderno Pedagógico**, 21(4), e3632-e3632. 2024.

[35] ALBUQUERQUE, A. P. **Novas políticas públicas para a expansão da acessibilidade da telecomunicação no Brasil: ferramentas normativas para garantir a conectividade da população isolada**. 2024.

[36] CASTILLO, J. G. D. Eficácia de um programa de formação tecnológica para homens e mulheres mães localizados em zonas de profunda exclusão. **Ético@ net. Revista científica eletrônica de Educação e Comunicação na Sociedade do Conhecimento**, v. 20, não. 1 pág. 131-155, 2020.

[37] ANDRADE, E. R. **Análise do impacto da geração distribuída fotovoltaica em redes de distribuição de energia elétrica de baixa tensão sob a óptica do controle de nível de tensão**. 2019.

[38] MIYAMOTO, A.; VERLANE, M. W; BARROSO, L. P.; DE AZEVEDO, J. B. L, MUNIZ, A. A. and DA PAZ, M. D. C. "As Dimensões Da Oferta De Energia Elétrica - Recursos Energéticos Para Geração De Energia Elétrica." **Revista Do Serviço Público** 43. 2017: 7-11. Web.

[39] CAMPOS, F. M., ARAÚJO, D. N., TOLEDO, O. M., SANTO FERNANDES, L. D. E., & BORBA, A. T. A. Tecnologias e Aplicações de Sistemas de Armazenamento de Energia para Suporte à Integração de Fontes Renováveis no Brasil. In **Congresso Brasileiro de Energia SolarCBENS** (pp. 1-10). 2022.

[40] VIAN, Â. "As Dimensões Da Oferta... - Sistemas De Transmissão E a Transmissão a Longa Distância: Conceitos Básicos." **Revista Do Serviço Público** 43 .2017: 42-45. Web.

- [41] DE SOUZA, A. C. Z.; BONATTO, B. D.; RIBEIRO, P. F. **Integração de Renováveis e Redes Elétricas Inteligentes**. INTERCIÊNCIA, 2022.
- [42] PINHEIRO, V. C. N. **Despacho Ótimo De Sistemas Elétricos Com Armazenamento De Energia Para Fontes Intermitentes De Geração No Brasil**. 2020. Tese de Doutorado. Tese (doutorado)-Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.
- [43] ECHEVERRY, S. M. V. **Modelagem energética para a Amazônia Ocidental e estudo de caso na Vila Indígena de Cabari no Município de São Gabriel da Cachoeira**. 2022.
- [44] CORRÊA, K. M. A.; PORTO, J. L. R. Integração energética e desenvolvimento regional no Amapá. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 7, n. 2, p. 5-22, 2020.
- [45] SILVA, J. E. M. **Implementação de um sistema supervisor em unidades geradoras de energia elétrica de sistemas isolados instalados em municípios do estado do Amazonas**. 2021.
- [46] SILVA, A. C. **Sistemas elétricos de potência e proteção de linhas de transmissão**. 2020.
- [47] BORGES, F. Q. Estrutura institucional do setor de energia elétrica no Brasil e o desenvolvimento sustentável. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 2, n. 3, p. 198-212, 2021.
- [48] COUTO, J. P. G. **Estudo do Projeto Elétrico de uma Subestação Elevatória 90 Alta Tensão**. 2022. Tese de Doutorado.
- [49] PINTO, J. Y. O. A.; SILVA, M. F. S. **Linhas de transmissão de energia elétrica com ênfase nas vibrações eólicas**. 2020.
- [50] OLIVEIRA, D. L. A. **Modelo de apoio à decisão de planejamento estratégico da operação e expansão do sistema de transmissão de energia elétrica**. 2022.
- [51] DE LACERDA, M. V. de M. **Análise do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Do Setor Elétrico Brasileiro, P&D Da Aneel**, Baseada Em Documentos De Patentes E Nos Impactos Da Lei nº 9.991/2000.
- [52] SCHRIEFER, D. H. **Estudo da alteração da resolução normativa nº 482/2012 e seus impactos no mercado de geração fotovoltaica**. 2022.
- [53] SILVA, A. A. **Competências familiares para a promoção da saúde e desenvolvimento infantil em comunidades rurais ribeirinhas do Rio Negro, Manaus, Amazonas**. 2022. Tese de Doutorado.
- [54] FIUZA, E. L. **Custos e benefícios para uma empresa de distribuição de energia elétrica decorrentes da inserção de geração distribuída**. 2022.
- [55] SIGRIST, L; LOBATO, E; ROUCO, L. GAZZINO, M.; CANTU, M., Economic assessment of smart grid initiatives for island power systems, **Apl. Energy** 189 (2017) 403–415, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.076>.
- [56] RIOUS, V; PEREZ, Y. Review of supporting scheme for island powersystem storage, **Renew. Sustain. Energy Rev.** 29 (2014) 754–765, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.015>.
- [57] FERREIRA, A. L., DA SILVA, A. F., FERREIRA, A. L., SOARES, M., DA CUNHA, K. B., & **Ambiente, M. Acesso aos serviços de energia elétrica nas comunidades isoladas**

da Amazônia: mapeamento jurídico-institucional. IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente. São Paulo, 2018.

[58] FERREIRA, A. L., DA SILVA, A. F., FERREIRA, A. L., SOARES, M., DA CUNHA, K. B., & **Ambiente, M. Acesso aos serviços de energia elétrica nas comunidades isoladas da Amazônia: mapeamento jurídico-institucional. IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente. São Paulo, 2018.**

[59] GONÇALVES, J. P. L. **Alternativas integradas para sistemas elétricos isolados mais sustentáveis- O caso de Porto Santo.** 2018. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra

[60] BRANDÃO, L. C. **Vidas ribeirinhas e mudanças climáticas na Amazônia: ativando híbridos, friccionando conhecimentos e tecendo redes no contexto do Antropoceno.** 2019.

[61] LUNA, M. A. R. **Geração Distribuída: Uma Análise da sua Evolução no Brasil e sua Aplicação em um Estudo de Caso em um Lar para Idosos.** 2023.

[62] ALTOÉ, Leandra; RIBEIRO, Luísa Garcia Elias. Estudo de viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos residenciais em diferentes regiões do Brasil. **Revista De Engenharia E Tecnologia**, v. 12, n. 4, 2020.

[63] ABSOLAR. **Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Infográfico ABSOLAR.** 2020. Disponível em: Acesso em: 10 de jul. De 2022.

[64] COSTA, L. F. **Potencial de geração de energia elétrica utilizando sistemas fotovoltaicos.** 2023.

[65] SILVA, E. L. G. D., & GRASSI, E. L. G. D. **Despacho otimizado de uma microrrede para atendimento à cargas em sistemas isolados brasileiros.** 2018.

[66] CAVALCANTE, M. M. A., DE REZENDE VERAS, A. T., DE FARIAS SEABRA, G., DA COSTA SILVA, J., SILVA, M. D. G. N., & RIBEIRO, W. C. Amazônia: explorando o baixo Rio Branco–Roraima/Amazonas. **Revista do Departamento de Geografia**, 40, 203-217. 2020.

[67] DIAS, C. de O. **Estudo e implementação computacional de sistema de armazenamento de energia com conexão direta ao sistema elétrico.** 2020.

[68] DE OLIVEIRA BARRETO, I. **Avaliação do Comportamento Dinâmico de Sistemas Elétricos de Potência com Penetração de Fontes Renováveis Considerando Dispositivos de Armazenamento de Energia.** 2020. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

[69] DA CUNHA, G. B. **Análise da sustentabilidade de um projeto de linha de transmissão: o caso da linha 500KV Tucuruí-Manaus.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal).

[70] BRASIL. **Tarifa de Energia Elétrica.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/tarifa-de-energia-eletrica>. Acesso em 15.02.2014.

[71] SILVA, A. A. **Competências familiares para a promoção da saúde e desenvolvimento infantil em comunidades rurais ribeirinhas do Rio Negro, Manaus, Amazonas.** 2022. Tese de Doutorado.

[72] FIUZA, E. L. **Custos e benefícios para uma empresa de distribuição de energia elétrica decorrentes da inserção de geração distribuída.** 2022.

- [73] MEENA, R. S., Dubey, B., Gupta, N., Parira, A. S., Sambariya, D. K., & Lodha, M. K. (2016, December). Performance and feasibility analysis of integrated hybrid system for remote isolated communities. In 2016 **International Conference on Electrical Power and Energy Systems (ICEPES)** (pp. 305-309). IEEE.
- [74] EUROPEAN COUNCIL, **CONCLUSIONS ON 2030**. Climate and Energy Policy Framework, 2014.
- [75] SIGRIST, L.; LOBATO, E; ROUCO, L. GAZZINO, M.; CANTU, M., Economic assessment of smart grid initiatives for island power systems, **Apl. Energy** 189 (2017) 403–415, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.076>.
- [76] RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 14. reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.
- [77] RAVENA, N., & DOS SANTOS, M. C. D. J. As construções sociais e físicas do ribeirinho na Amazônia. **Movendo Ideias**, 24(2), 06-16. 2019.
- [78] FRAXE, T. J. P.; WITKOSKI, A. C.; MIGUEZ, S. F. O ser da Amazônia: identidade e invisibilidade. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 3, p.30-32, 2009.
- [79] SCHUTZE, A.; BINES, L.; ASSUNÇÃO, J. Rios de Diesel na Amazônia Legal: Por que a Região com as Maiores Hidrelétricas do País Depende de Combustível Caro e Poluente? Rio de Janeiro: **Climate Policy Initiative**, 2022.
- [80] DE OLIVEIRA ALVARES, T.; NARITA, B. S.; RODRIGUES, M. C. A geopolítica da Amazônia e a integração latino-americana. **Revista USP**, n. 136, p. 83-102, 2023.
- [81] NAZARETH, M. N.; NASCIMENTO, E.L.B; ROCHA, S.D. Modernização Da Distribuição De Energia No Amazonas: A Revolução Das Smart Grids. **Revista FT, Engenharia**, Volume 28 - Edição 134. 2024. DOI: 10.69849/revistaft/ma10202405261208
- [82] BRASIL. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2021. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em 20.09.2024.
- [83] FILHO, A. M. L., EZANA, H. K. H., & PINHEIRO, ÉRIKA C. N. M. Redução dos impactos ambientais na utilização de materiais construtivos nativos sustentáveis - estudo de caso: Comunidade Colônia Central na RDS do Tupé / Reduction of environmental impacts in the use of sustainable native building materials - case study: Central Colonia Community in the Tupé RDS. **Brazilian Journal of Development**, 7(12), 110832–110849. 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-050>
- [84] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br> . Acesso em: 21 out. 2024.
- [85] LAWSON, A.; PEREIRA, G. **Termelétricas e seu papel na matriz energética Brasileira**. Fundação Getulio Vargas, 2017.
- [86] GOMES, M. C.; NOGUEIRA, A. C. F.; DA COSTA, F. S. Assistência Técnica e Extensão Rural em comunidades rurais do sul do Amazonas. **Novos Cadernos NAEA**, v. 21, n. 2, 2018.
- [87] DA SILVA SANTOS, A. C. NASCIMENTO PONTES, A. **Desenvolvimento sustentável na Pan-Amazônia: desafios e perspectivas para atuação da organização do tratado de cooperação amazônica**. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, n. febrero, 2019.

- [88] PEDRAÇA, A.S.A. **Sistemas Elétricos Isolados** (2023). Pesquisa de Campo em Castanhal. AM.
- [89] VALE, F. A. F. do V.; TOLEDO, P. M. de; VIEIRA, I. C. G. Análise comparativa de indicadores de sustentabilidade entre os estados da Amazônia Legal. **Sustentabilidade em Debate, Brasília**, v. 9, n.1, p. 214-231, abril/2018.
- [90] ARVORE ÁGUA. **A importância da Amazônia para a água** (2022). Disponível em: <https://arvoreagua.org/>. Acesso em 10.10.2022.
- [91] ELIAS, N. **O processo civilizador. Uma história dos costumes**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, v. 1.1994b.
- [92] YOSHINO, G. H. **Estudo da vulnerabilidade hídrica das populações que moram na região do Lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no estado do Pará**. 2017.
- [93] RECH, M. T. **Os Direitos Indígenas do Século XXI no Contexto Brasileiro: Uma Pesquisa Documental Sobre os Impactos da Construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte**. 2021. Tese de Doutorado.
- [94] CAVALCANTI, C. Economia e ecologia: problemas da governança ambiental no Brasil. **Revibec-Revista Iberoamericana De Economía Ecológica**, p. 1-10, 2004.
- [95] **MME. BRASIL**, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/arquivos/plano-de-expansao-e-melhorias-do-setor-eletrico-do-estado-do-amazonas.pdf>. Acesso em 10.03.2024.
- [96] **CANAL ENERGIA**, 2019. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53114045/termica-de-82-mw-e-autorizada-para-testes-no-amazonas>. Acesso em 20.07.2024. FRAXE, T. J., PEREIRA, H. S., & WITKOSKI, A. C. (EDS.). **Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais** (pp. 98130-7129). Reggo. 2011.
- [97] **ATLAS BRASIL. Infosanbas**, 2024. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em 10.07.2024.
- [98] **IBGE. Cidades@**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2024.
- [99] **ÁGUA E SANEAMENTO. Urucará - Amazonas: Dados de abastecimento de água**. 2023. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/am/urucara>. Acesso em: 21 out. 2024.
- [100] **INFOSANBAS. Urucará-AM**. 2024. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/urucara-am>. Acesso em 10.07.2024.
- [101] **VOCATIVO. Amazonas e Manaus nas últimas posições do saneamento básico do país**. Publicado por Fred Santana, 2023. Disponível em: <https://vocativo.com>. Acesso em: 21 out. 2024.
- [102] **Agência de Notícias IBGE. Dados sobre coleta de resíduos sólidos nos Censos 2010 e 2022**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2024.
- [103] **ÁGUAS DE MANAUS. Dados sobre abastecimento de água em Manaus**. Disponível em: <https://www.aguasdemanous.com.br>. Acesso em: 21 out. 2024.
- [104] **IBGE. Censo Demográfico 2010: Resultados Preliminares**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>.

Acesso em: 21 out. 2024.

[105] **Prefeitura de Manaus.** Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos - SEMULSP. Disponível em: <https://www.manaus.am.gov.br/semulsp/servicos-semulsp/coleta-e-transporte-de-residuos>. Acesso em: 21 out. 2024.

[106] **IBGE.** Atlas Temático: Existência de Energia Elétrica. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/atlas/tematicos/brasil_1_por_1/existencia_energia_eletrica.pdf. Acesso em: 21 out. 2024.

[107] ARAÚJO, C. F. **Eletrificação rural em comunidades isoladas na Amazônia: introdução da energia solar fotovoltaica na Reserva Extrativista do Rio Unini**, AM. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

[108] TEIXEIRA, A. F., & CAVALIERO, C. K. N. O impacto sócio-ambiental da geração de energia elétrica nas vilas e municípios do interior do Estado do Amazonas. **Proceedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural**. 2004.

[109] **IBGE.** Censo Demográfico 2022: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2024.

[110] **IBGE.** Cidades@: Informações sobre municípios brasileiros. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2024.

[111] **IBGE.** **Estados @, RIO DE JANEIRO**, p. 270, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=am#>. Acesso em: 11 de novembro de 2015.

[112] REIS JUNIOR, E. M. D. R. **Avaliação do programa “Luz para todos” no Estado do Amazonas sob o aspecto da qualidade da continuidade do serviço de energia elétrica**. 2015.

[113] **IBGE.** **Censo Demográfico 2010.** Acesso e condições de moradia no Brasil. Brasília: IBGE, 2011.

[114] **IBGE.** **Síntese de Indicadores Sociais 2020.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

[115] **IBGE.** **Censo Demográfico 2010.** Urucará: Dados Gerais do Município. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>

[116] PNUD, IPEA, FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013

[117] Dajuz, A., “**Supplying Small Loads at reasonable cost**,” IEEE Spectrum, vol. 33, no. 6, pp. 34–35, 1996.

ANEXOS

ANEXO 1- Questionário aplicado aos Comunitários das localidades em Uruará (Perímetro Urbano e Rural – Castanhal); Comunidade Julião; Nossa Senhora de Fátima e Colônia Central no Tarumã Mirim.

Os Sistemas Elétricos Isolados: impacto Socioeconômico nas comunidades rurais do Amazonas no percurso do linhão de Tucuruí

Caro cidadão, gostaríamos de contar com sua participação nessa pesquisa, de cunho estritamente acadêmico sobre energia elétrica, relação com o sistema de Transmissão Tucuruí - Manaus e impactos socioeconômicos com uso da energia.

Desde já agradeço sua colaboração, respondendo as questões, deixando consciente que sua identidade será mantida no mais absoluto sigilo.

Atenciosamente

Pesquisadora: Aline dos Santos Atherly Pedraça - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas (PPGEE/UFAM)

Marque a sua comunidade

- Uruará - Perímetro urbano/ rural (
 Castanhal- Uruará -AM
 Colônia Central- DBS- BioTupé- Manaus-AM
 Comunidade Julião - RDS- BioTupé- Manaus-AM
 Comunidade Nossa Senhora de Fátima _ Tarumã Mirim
 Outra Comunidade -. Qual: _____

1. A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí?

Sim **Não**

2. A instalação do Linhão de Tucuruí melhorou significativamente a qualidade de vida na sua comunidade?

Sim **Não**

3. A sua comunidade experimentou um aumento nas oportunidades de emprego e desenvolvimento econômico após a chegada do Linhão de Tucuruí?

Sim **Não**

4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?

Sim **Não**

5. Numa escala de 1 a 5, onde (1) representa nenhuma mudança positiva e (5) representa total concordância com mudança positiva. Como você avalia o sistema de geração de energia que opera em sua comunidade.

1	2	3	4	5

6. A estrutura atual dos SEI ou SIN em sua comunidade é suficiente para atender a todas as necessidades energéticas locais?

Sim **Não**

7. A forma de geração de energia praticada nos SEI* ou SIN** da comunidade, contribui para a manipulação ambiental ou causa impactos negativos à saúde e bem-estar social? (* Sistemas elétricos isolados; ** Sistema Interligado Nacional)

Sim **Não**

8. Sua comunidade tem acesso a recursos sustentáveis que poderiam ser usados para melhorar a oferta de energia elétrica de forma mais eficiente e ecologicamente corretas?

Sim **Não**

9. A falta de uma oferta constante e confiável de energia elétrica nos SEI ou SIN na sua comunidade contribui para a vulnerabilidade social e econômica dos moradores?

Sim **Não**

10. Numa escala de 1 a 5, sendo (1) pouco efetivo e (5) totalmente efetiva. Como você avalia o aspecto socioambiental do sistema de energização rural em sua localidade?

1	2	3	4	5

11. Você considera que a implementação do linha de Tucuruí tem trazido benefícios econômicos significativos para as comunidades rurais do Amazonas?

Sim Não

12. As atividades socioeconômicas nas comunidades rurais do Amazonas, no percurso do linha de Tucuruí, refletem as informações que veiculam nas mídias da imprensa e propagandas governamentais?

Sim Não

13. Você considera que o impacto socioeconômico dos Sistemas Elétricos Isolados nas comunidades rurais do Amazonas é semelhante ao que se propaga nos canais de divulgação de notícias e na literatura?

Sim Não

14. Você considera que as condições de identidade das populações rurais e o acesso a direitos básicos, estão de acordo com o determinado pela Legislação brasileira?

Sim Não

15. Sobre o grau de satisfação com os serviços de energia elétrica ofertados, no processo evolutivo, no âmbito rural, que nota você daria para esse sistema. Sendo, numa escala de 1 a 5, onde (1) está totalmente insatisfeito e (5) está totalmente satisfeito.

1	2	3	4	5

16. Você considera viável para as operadoras da rede de transmissão instalar sistemas de energia solar em comunidades rurais ao longo do linha de Tucuruí?

Sim Não

17. Você considera que as operadoras ou parceiros independentes podem fornecer manutenção regular e gratuita para sistemas de energia renovável nas comunidades rurais?

Sim Não

18. Você concorda que as parcerias com ONGs e governos locais podem garantir a capacitação dos moradores para operarem e manterem os sistemas de energia renovável instalados?

Sim Não

19. Você considera que é possível obter financiamento de programas governamentais ou internacionais para cobrir os custos iniciais de implementação de sistemas de energia renovável nessas comunidades?

Sim Não

20. Numa escala temporal de aplicação da integração nacional com energia elétrica, em sua comunidade, analisando o passado e o presente, que nota você daria para as vantagens adicionadas com a eletrificação das localidades. Marque na escala de 1 a 5, sendo (1) nenhuma vantagem e (5) muitas vantagens.

1	2	3	4	5

21. Na sua comunidade, em face do fornecimento de energia elétrica, a falta de energia mais longa ocorrida foi de

até 10 dias (

) até 15 dias

20 ou mais dias

22. Com relação à manutenção de alimentos, medicamentos, educação, quando ocorre a falta inesperada de energia em períodos mais prolongados, como vocês conseguem agir?

Salga de alimentos, aulas no calor e vacinas para a sede municipal

Parte do material se perde por não ter como aproveitar

Recorre-se aos usuários que têm fontes alternativas instaladas na localidade.

Nada se faz, pois ninguém tem condições de manter essas demandas.

23. Quando falta energia elétrica na comunidade, o que mais afeta na vida de vocês?

o atendimento à saúde e as necessidades básicas com águas;

o funcionamento das escolas

A manutenção dos alimentos

as atividades laborais

o entretenimento e a comunicação

AGRADECIMENTOS

Deixamos aqui nossa gratidão pela contribuição prestada, científico que o sigilo das informações é a garantia de nossa imparcialidade e respeito a todos.

ANEXO 2- DEMONSTRATIVO DE SAÍDA PARA AS ANÁLISES DOS DADOS

```
SAVE OUTFILE='C:\Users\yunie\Downloads\Atherly Assessoria Consultoria\Dados\base de dados.sav'
/COMPRESSED.
DATASET ACTIVATE ConjuntodeDados0.
```

```
SAVE OUTFILE='C:\Users\yunie\Downloads\Atherly Assessoria Consultoria\Dados\base de dados.sav'
/COMPRESSED.
CROSSTABS
/TABLES=VAR00025 BY VAR00001
/FORMAT=AVALUE TABLES
/CELLS=ROW
```

Observações		
Saída criada		21-JUN-2024 10:23:30
Comentários		
Entrada	Dados	C:\Users\yunie\Downloads\Atherly Assessoria Consultoria\Dados\base de dados.sav
	Conjunto de dados ativo	ConjuntodeDados0
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Dividir Arquivo	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	201
Tratamento de valor omissos	Definição de omissos	Os valores omissos definidos pelo usuário são tratados como omissos.
	Casos utilizados	As estatísticas de cada tabela são baseadas em todos os casos com dados válidos na(s) amplitude(s) especificada(s) para todas as variáveis de cada tabela.
Sintaxe		CROSSTABS /TABLES=VAR00025 BY VAR00001 /FORMAT=AVALUE TABLES /CELLS=ROW /COUNT ROUND CELL.
Recursos	Tempo do processador	00:00:00,00
	Tempo decorrido	00:00:00,01
	Dimensões solicitadas	2
	Células disponíveis	524245

/COUNT ROUND CELL.

Tabulações cruzadas

Resumo de processamento de casos					
	Casos				
	Válido		Omisso		Total
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N
Comunidades * 1. A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí?	201	100,0%	0	0,0%	201

Resumo de processamento de casos	
	Casos
	Total
	Porcentagem

Comunidades * 1. A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí?	100,0%
--	--------

Tabulação cruzada Comunidades * 1. A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica	
Observações	
Saída criada	21-JUN-2024 10:48:27
Comentários	
Entrada	Dados
	C:\Users\yunie\Downloads\Atherly Assessoria Consultoria\Dados\base de dados.sav
	Conjunto de dados ativo
	ConjuntodeDados0
	Filtro
	<none>
	Ponderação
	<none>
	Dividir Arquivo
	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho
	201
Tratamento de valor omissos	Definição de omissos
	Os valores omissos definidos pelo usuário são tratados como omissos.
	Casos utilizados
	As estatísticas de cada tabela são baseadas em todos os casos com dados válidos na(s) amplitude(s) especificada(s) para todas as variáveis de cada tabela.
Sintaxe	
CROSSTABS /TABLES=VAR00025 BY VAR00005 /FORMAT=AVALUE TABLES /CELLS=COUNT COLUMN /COUNT ROUND CELL /BARChart.	
Recursos	Tempo do processador
	00:00:00,73
	Tempo decorrido
	00:00:30,95
	Dimensões solicitadas
	2
	Células disponíveis
	524245

proveniente do Linhão de Tucuruí?				
% em Comunidades				
		1. A sua comunidade possui acesso regular à energia elétrica proveniente do Linhão de Tucuruí?		Total
		Não	Sim	
Comunidades	Castanhal- Uruará	52,4%	47,6%	100,0%
	Colônia Central- DB	47,8%	52,2%	100,0%
	Julião - RDS- BioTu	53,3%	46,7%	100,0%
	Nossa Senhora de Fá	41,0%	59,0%	100,0%
	Uruará - P. urbano	54,1%	45,9%	100,0%
Total		50,2%	49,8%	100,0%

CROSSTABS
/TABLES=VAR00025 BY VAR00005
/FORMAT=AVALUE TABLES
/CELLS=COUNT COLUMN
/COUNT ROUND CELL
/BARChart.

Tabulações cruzadas

Resumo de processamento de casos					
	Casos				
	Válido		Omisso		Total
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N
Comunidades * 4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?	201	100,0%	0	0,0%	201

Resumo de processamento de casos					
					Casos
					Total
Tabulação cruzada Comunidades * 4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?					
4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?					
Não					
		N	%		
Comunidades	Castanhal- Uruará	15	21,7%		
	Colônia Central- DB	10	14,5%		
	Julião - RDS- BioTu	20	29,0%		
	Nossa Senhora de Fá	12	17,4%		
	Uruará - P. urbano	12	17,4%		
Total		69	100,0%	Porcentagem	
Comunidades * 4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?					100,0%

Tabulação cruzada Comunidades * 4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?					
4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?					
Total					
Sim					
		%		N	%
Comunidades	Castanhal- Uruará	20,5%		42	20,9%
	Colônia Central- DB	9,8%		23	11,4%

	Juliao - RDS- BioTu	30,3%	60	29,9%
	Nossa Senhora de Fa	20,5%	39	19,4%
	Urucara - P. urbano	18,9%	37	18,4%
Total		100,0%	201	100,0%

Observaoes		
Saıda criada		21-JUN-2024 10:50:28
Comentários		
Entrada	Dados	C:\Users\yunie\Downloads\Atherly Assessoria Consultoria\Dados\base de dados.sav
	Conjunto de dados ativo	ConjuntodeDados0
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Dividir Arquivo	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	201
Tratamento de valor omisso	Definição de omisso	Os valores omisso definidos pelo usuário são tratados como omisso.
	Casos utilizados	As estatísticas de cada tabela são baseadas em todos os casos com dados válidos na(s) amplitude(s) especificada(s) para todas as variáveis de cada tabela.
Sintaxe		CROSSTABS /TABLES=VAR00025 BY VAR00005 /FORMAT=AVALUE TABLES /CELLS=ROW /COUNT ROUND CELL /BARChart.
Recursos	Tempo do processador	00:00:00,16
	Tempo decorrido	00:00:00,11
	Dimensoes solicitadas	2
	Células disponíveis	524245

```

OUTPUT MODIFY
/SELECT TABLES
/IF COMMANDS=["Crosstabs(LAST)"] SUBTYPES=["Crosstabulation"]
/TABLE PIVOT=[R1,C1].
OUTPUT MODIFY
/SELECT TABLES
/IF COMMANDS=["Crosstabs(LAST)"] SUBTYPES=["Crosstabulation"]
/TABLECELLS SELECT=[PERCENT] APPLYTO=COLUMNHEADER REPLACE="%"
/TABLECELLS SELECT=[COUNT] APPLYTO=COLUMNHEADER REPLACE="N".
CROSSTABS
/TABLES=VAR00025 BY VAR00005
/FORMAT=AVALUE TABLES
/CELLS=ROW
/COUNT ROUND CELL
/BARCHART.

```

Tabulaoes cruzadas

Resumo de processamento de casos							
			Casos				
			Válido		Omisso	Total	
			N	Porcentagem	N	Porcentagem	N

Comunidades * 4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?	201	100,0%	0	0,0%	201
Resumo de processamento de casos					
					Casos
					Total
					Porcentagem
Comunidades * 4. Antes da instalação do Linhão de Tucuruí, sua comunidade dependia exclusivamente de geradores a diesel ou outras fontes de energia não renováveis para suprir suas necessidades energéticas?	100,0%				

Os dados podem ser acessados integralmente no link.

https://drive.google.com/file/d/1_dAZH3uB6HiDSqluDGIR6e7d-0tNAauT/view?usp=drive_link

ANEXO 3- RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Imagens destacadas nas visitas às localidades para coleta de dados.

 <p>7 de fev. de 2024 15:57:2 2.507716231048107S 57.698061279952526V Rua Coronel Pint Urucar Amazona Castanhal/Urucará-AM</p>	<p>Figura 12: Vista da Comunidade Castanhal- Urucará-AM.</p>
	<p>Figura 13 - Acesso via Terrestre a Comunidade Castanhal – Urucará -AM</p>
 <p>7 de fev. de 2024 16:19:23 2.5284277042374015S 57.70584396086633V Castanhal/Urucará-AM</p>	<p>Figura 14- Vista da entrada da Comunidade Castanhal- Urucará-AM</p>



Figura 15:

Placa no Posto de Saúde em Castanhal
– Urucará Am



Figura 16-

Vista do Porto da Comunidade

Julião- RDS Biotupé



Figura 17

Vista Instalações elétricas

em Julião – RDS Bio Tupé