UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Engenharia e Ciências
Câmpus de Rosana

FEC
Faculdade de Engenharia e Ciências de Rosana

EDSON DOS PASSOS

ENERGIA E ANCESTRALIDADE: SOLUÇÕES ENERGÉTICAS NO QUILOMBO IVAPORUNDUVA – SP

Rosana
2025

EDSON DOS PASSOS

ENERGIA E ANCESTRALIDADE: SOLUÇÕES ENERGÉTICAS NO QUILOMBO IVAPORUNDUVA – SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Energia da Faculdade de Engenharia e Ciências - Câmpus de Rosana, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador (a): Profa. Dra. Maria Claudia Costa de Oliveira Botan

Rosana

2025

P289e

Passos, Edson
ENERGIA E ANCESTRALIDADE: SOLUÇÕES ENERGÉTICAS NO QUILOMBO IVAPORUNDUVA – SP / Edson Passos. -- Rosana, 2025
73 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Energia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências, Rosana
Orientadora: Maria Cláudia Costa de Oliveira Botan

1. Povos originários. 2. Energias renováveis. 3. Turbinas hidrocinéticas. 4. Energia solar. 5. Biogás. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

EDSON DOS PASSOS

AVALIAÇÃO SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO QUILOMBO IVAPORUNDUVA – SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Energia da Faculdade de Engenharia e Ciências - Câmpus de Rosana, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Energia.

Rosana, ____/_____/_____.

Componentes da Banca Examinadora:

_____

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Maria Claudia Costa de Oliveira Botan, Câmpus de Rosana, Universidade Estadual Paulista.

_____

Membro Titular: Profa. Dra. Juliana Maria Vaz Pimentel, Câmpus de Rosana, Universidade Estadual Paulista.

_____

Membro Titular: Prof. Dr. Iago William Zapelini, Câmpus de Rosana, Universidade Estadual Paulista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha mãe, Daniela Delgado dos Passos. Muito obrigado por todo apoio e incentivo ao longo da minha vida. Mesmo com todas as dificuldades e necessidades que passamos, você sempre esteve certa: O conhecimento é a única coisa que não podem tirar de nós.

Agradeço também aos professores que acreditaram em mim, mesmo quando eu não acreditei. Foi devido suas confianças em mim que me mantive vivo e arrisquei chegar até aqui. Muito obrigado, Rogério Vidal, por enxergar um potencial em mim que até hoje eu não descobri o limite. Muito obrigado, Juliana Morgado, por todas as conversas que abriram minha mente e me tornaram o ativista que sou. Muito obrigado, Ana Paula Almeida, por me escutar, me incentivar, me ajudar e acreditar em mim quando eu mais precisei.

Meus agradecimentos especiais a quem acreditou nessa pesquisa e em mim durante minha graduação, as professoras Juliana Maria Vaz Pimentel e Maria Claudia Costa de Oliveira Botan. Muito obrigado, professoras, por terem me ensinado tanto, por terem me dado oportunidades mesmo quando todas as portas me foram fechadas. Quando ninguém no Câmpus acreditou em mim, quando a maioria me olhava com desdém e desprezo, vocês me deram as oportunidades que eu precisava, mesmo sem saber, acreditaram em mim. Muito obrigado.

Agradeço à minha companheira, Amanda Oliveira Florio, por todo apoio durante a escrita desta pesquisa, pelos momentos juntos, por sempre acreditar em mim e me dar seu amor.

Agradeço a Luiza Anjos, Giulia Lima e João Ricardo Valverde, pelas amizades sinceras, mesmo a distância, por me escutarem quando precisei e por sempre acreditarem no nosso potencial.

Agradeço também a Mirilaine Gomes por sempre cultivar nossa amizade. Sem você os dias em Primavera seriam muito difíceis, cada momento ao seu lado alegrou meus dias e me deram forças para continuar.

Das amizades, em especial, agradeço a Joyce Oliveira e a Isabelle Mayumi, por todos os momentos na República Convento. Vocês foram meu porto seguro em Primavera e são meu porto seguro em São Paulo. Obrigado por todas as broncas, discussões, almoços, jantas, rolês, xingamentos, abraços, carinho e por, principalmente, acreditarem no meu potencial e apoiarem minhas decisões.

Por fim, agradeço ao Quilombo Ivaporunduva pela oportunidade de realizar essa pesquisa e por acreditarem nessa possibilidade.

“Eu fui até onde achava escuro
Levantei os da minha cor, não fiz a causa de escudo
Eu fui além do discurso
Mas se um se levantar e mudar sua jornada
Valeu a batalha
Eu sou a continuação de um sonho”
BK

RESUMO

A transmissão e distribuição de energia elétrica são classificadas como serviços essenciais, contudo, a energia ainda não é garantida como um direito social e bem comum. O Quilombo Ivaporunduva é o foco deste estudo e sofre com problemas no acesso à energia elétrica. O objetivo desta pesquisa é analisar a viabilidade social, econômica e ambiental de um sistema híbrido de energia renovável no Quilombo Ivaporunduva, incluindo energia solar, hidrocinética e biogás. A metodologia da pesquisa é qualitativa, de campo e participativa, com o uso de técnicas de entrevistas, questionários e observações no local. Os resultados da pesquisa de campo revelaram que o Quilombo Ivaporunduva enfrenta problemas constantes como quedas de energia, postes de madeira fora das normas de segurança, contas de luz elevadas e um descaso por parte da concessionária, que não trata os moradores com a dignidade que o serviço exige. Os questionários confirmaram a insatisfação dos quilombolas com o serviço de transmissão de energia elétrica, o preço do GLP e a vontade da comunidade em aprofundar o conhecimento em energias renováveis. O dimensionamento das tecnologias demonstrou a viabilidade da autonomia energética, entretanto, a implantação enfrenta desafios financeiros que inviabilizam a geração de energia elétrica através de turbinas hidrocinéticas e biogás. A avaliação ambiental apontou as energias renováveis selecionadas como de baixo impacto ambiental, corroborando com a proteção ambiental que a comunidade realiza, articulando energia, meio ambiente e os conhecimentos ancestrais da comunidade na preservação da natureza.

Palavras-chave: Povos originários. Energias renováveis. Turbinas hidrocinéticas. Energia solar. Biogás.

ABSTRACT

The transmission and distribution of electrical energy are classified as essential services; however, energy is not yet guaranteed as a social right or a common good. The Ivaporunduva Quilombo is the focus of this study and faces significant challenges related to electricity access. The objective of this research is to analyze the social, economic, and environmental viability of a hybrid renewable energy system in the Ivaporunduva Quilombo, integrating solar, hydrokinetic, and biogas technologies. The research methodology is qualitative and field-based, involving immersion in the territory to achieve the proposed objectives. Field results revealed that the Ivaporunduva Quilombo faces constant problems, including power outages, substandard wooden poles that violate safety norms, high electricity bills, and systemic neglect from the utility provider, which fails to treat residents with the dignity the service demands. Questionnaires confirmed the Quilombolas' dissatisfaction with the electricity transmission service, the high price of LPG, and the community's desire to deepen their knowledge of renewable energy. The technical sizing of the technologies demonstrated the feasibility of energy autonomy; however, implementation faces financial challenges that currently make the generation of electricity via hydrokinetic turbines and biogas unviable. The environmental assessment identified the selected renewable energies as low-impact, corroborating the environmental protection practices the community already performs, thereby articulating energy, the environment, and the community's ancestral knowledge in the preservation of nature.
Keywords: Traditional Peoples. Renewable energy. Hydrokinetic turbines. Solar energy. Biogas.

LISTA DE ILUTRAÇÕES

Figura 1 – Localização Quilombo Ivaporunduva 14
Figura 2 – Mapa dos setores do Quilombo Ivaporunduva 20
Figura 3 – Geração de energia elétrica no Brasil em 2023. 25
Figura 4 – Geração de energia elétrica na Alemanha em 2023. 26
Figura 5 – Capacidade instalada – Biomassa – 10 maiores países (GW) no último ano. 28
Figura 6 – Crescimento do setor de biogás no Brasil 29
Figura 7 – Capacidade instalada por tipo de substrato por UF 29
Figura 8 – Aplicação dos questionários no Quilombo Ivaporunduva 34
Figura 9 – Seção para instalação das turbinas hidrocinéticas no Rio Ribeira de Iguape 39
Figura 10 – Cálculo da área do rio. 40
Figura 11 – Curvas características de Cp em relação a λ e o tipo de turbina 41
Figura 12 – Foto durante final do campeonato das comunidades do Vale do Ribeira 45
Figura 13 – Faixa etária dos entrevistados 46
Figura 14 – Gênero dos entrevistados 46
Figura 15 – Região dos entrevistados 47
Figura 16 – Enfrenta problemas com energia? 48
Figura 17 – Respostas da pergunta: Considera a conta de luz cara? 48
Figura 18 – Tipo de combustível utilizado na residência. 49
Figura 19 – Respostas da pergunta: Considera caro o preço do botijão de gás? 49
Figura 20 – Respostas da pergunta: Você sabe o que são energias renováveis? 50
Figura 21 – Conhecimento dos tipos de energias renováveis incorporados no estudo 51
Figura 22 – Energias renováveis pode causar algum malefício à comunidade? 51
Figura 23 – Biodigestor modelo indiano. 60
Figura 24 – VPL Acumulado por Ano do sistema fotovoltaico 63
Figura 25 – Conta de energia de um dos quilombolas de 25/06/2025. 64
Figura 26 – VPL Acumulado por Ano do sistema fotovoltaico aplicando TUSD. 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cálculo do plano inclinado. 25
Tabela 2 - Fatores de correção da radiação por inclinação..... 43
Tabela 3 – Irradiação solar corrigida utilizando os fatores de correção por inclinação..... 44
Tabela 4 – Levantamento de custos de um biodigestor tipo indiano. 61
Tabela 5 – Levantamento de custos do sistema fotovoltaico..... 62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 OBJETIVOS 13

2.1 Objetivo geral 13
2.2 Objetivos específicos 13
2.3 Justificativa 14

3 REFERENCIAL TEÓRICO 16

3.1 Quilombo Ivaporunduva 16
3.2 Energias Renováveis 20
3.2.1 Energia solar 20
3.2.2 Biogás 23
3.2.3 Energia hidrocinética 26

4 METODOLOGIA 28

4.1 Questionários e Entrevistas 30
4.2 Dimensionamento Energético 32
4.2.1 Dimensionamento do Sistema de Biogás 33
4.2.2 Dimensionamento do Sistema Hidrocinético 34
4.2.3 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico 39

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 41

5.1 Pesquisa de Campo 41
5.2 Dimensionamento Energético 50
5.2.1 Dimensionamento do Sistema de Biogás 51
5.2.2 Dimensionamento do Sistema Hidrocinético 52
5.2.3 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico 52
5.3 Impactos Ambientais 53
5.4 Avaliação Econômica 55
5.4.1 Avaliação econômica do sistema de aproveitamento do biogás 56
5.4.2 Avaliação econômica do sistema hidrocinético 58
5.4.3 Avaliação econômica do sistema fotovoltaico 59

6 CONCLUSÃO 62

7 REFERÊNCIAS 65

APÊNDICE A 71

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS QUILOMBOLAS DO QUILOMBO IVAPORUNDUVA 71

ANEXO A 73

CARTA DE ANUÊNCIA 73

1 INTRODUÇÃO

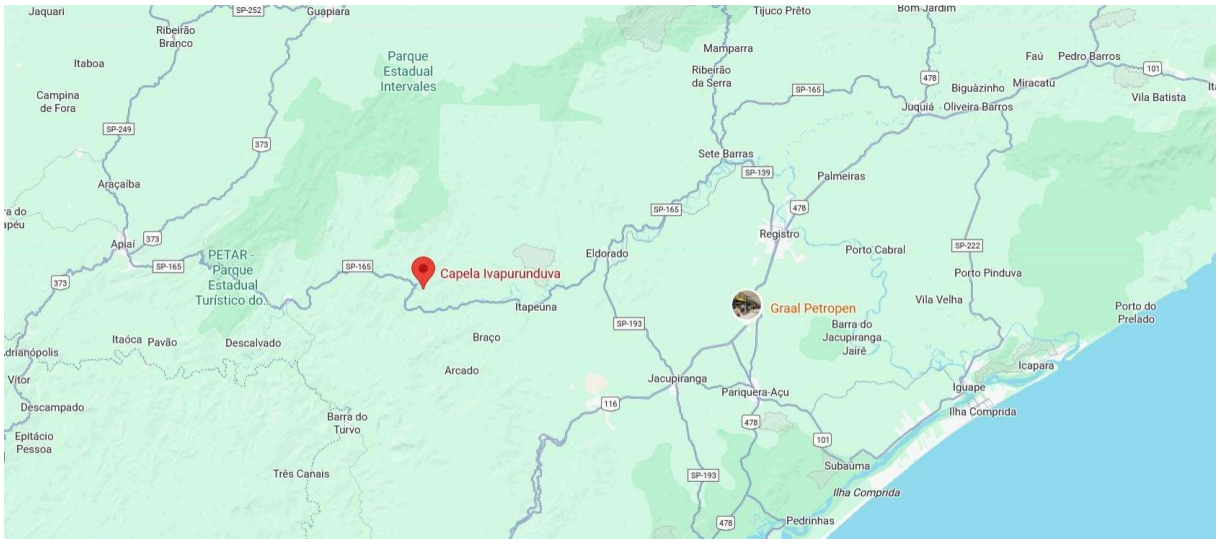
O presente trabalho surge através da inquietação do autor com as desigualdades que permeiam o Brasil, muitas delas oriundas do racismo estrutural causado pela colonização e por movimentos de branquitude. O racismo se manifesta de forma velada e enraizada nas instituições sociais e práticas cotidianas, produzindo e reproduzindo desigualdades que atingem principalmente a população negra (Munanga, 2005).

No Quilombo Ivaporunduva, comunidade de estudo da pesquisa, essa inquietação se reestabeleceu. Ao visitar a comunidade através do projeto "Formação crítica nas questões étnicos raciais na escola pública: articulando teoria e prática" em parceria com o campus da Unesp de Presidente Prudente, coordenado pelo Núcleo de Pesquisa e Extensão Negro (NUPE) da Unesp dos Campus de Rosana e Presidente Prudente, o pesquisador percebeu novamente os resultados da desigualdade enquanto conversava com os quilombolas sobre seu acesso à energia elétrica, dos quais vivem uma realidade totalmente diferente dos grandes centros urbanos nesse contexto.

As terras ocupadas por territórios quilombolas são aquelas utilizadas para garantia de sua reprodução física, social, econômica e cultural. Como parte de uma reparação histórica a política de regularização fundiária de territórios quilombolas é de extrema importância para a dignidade e garantia da continuidade desses grupos étnicos (Frizero, 2016).

A Comunidade Quilombo Ivaporunduva está localizada na região do Vale do Ribeira, no município de Eldorado, estado de São Paulo. Situada na margem esquerda do Rio Ribeira de Iguape, a comunidade encontra-se a aproximadamente 55 km do centro urbano de Eldorado, com acesso pela rodovia SP-165 (Figura 1).

Figura 1 – Localização Quilombo Ivaporunduva



Fonte: Google maps, 2025.

O Quilombo Ivaporunduva, enquanto território ancestral, enquadra-se como patrimônio cultural como “sítio de valor histórico, ecológico e cultural”, conforme previsto no Artigo 216, V, da Constituição Federal, que reconhece como patrimônio brasileiro “os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico” além do artigo 1º que também define como patrimônio cultural “os modos de criar, fazer e viver dos grupos formadores da sociedade brasileira” enquanto o quilombo como expressão cultural (BRASIL, 1988).

Em outra vertente, tratamento e abastecimento de água, produção e distribuição de energia elétrica, gás e combustíveis são considerados serviços/atividades essenciais, conforme o art. 10, inciso I da Lei nº 7.783/1989 (Brasil, 1989). Ainda assim, mesmo compreendendo a energia elétrica como bem essencial, ela ainda não é garantida como direito social e bem comum, conforme artigo 6 da constituição:

> *Art. 6o: São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (Brasil, 1988).*

No Quilombo Ivaporunduva e nas demais comunidades quilombolas do Vale do Ribeira a energia também não é garantida. A comunidade Ivaporunduva em específico sofre com constantes quedas de energia que demoram dias para serem reestabelecidas e pagam uma conta de luz cara que não os garante confiabilidade no fornecimento elétrico.

Nessa vertente, devem ser estabelecidos nessas comunidades estudos que integrem as energias renováveis de forma que suas intermitências não sejam impedimento para a garantia contínua no fornecimento de energia elétrica, como sistemas híbridos ou *off grid*, a fim de colaborar com a preservação da cultura, a proteção ambiental e o enfrentamento do racismo estrutural.

Na literatura são encontrados estudos realizados dentro de comunidades quilombolas analisando sua transição energética (Medeiros, 2019) e, para além disso, implementando fontes de energias renováveis nessas comunidades (Monteiro e Campos, 2020). Considerando que atualmente energias renováveis são parâmetros para identificar sociedades inteligentes, tais ações e estudos negam as falas provenientes do racismo estrutural de que essas comunidades são inferiores intelectualmente. Assim como foi dito pelo ex-presidente Jair Bolsonaro: “Eu fui num quilombo. O afrodescendente mais leve lá pesava sete arrobas. Não fazem nada. Eu acho

que nem para procriador ele serve" (Revista Veja, 2017). Tais afrontas provenientes do racismo estrutural que assolam as comunidades originárias e toda a população negra há de serem desmentidas. A desqualificação intelectual dos povos negros exigem luta e rebatimento. Por essa razão, pesquisas que relacionam tecnologia e o povo negro devem ser divulgadas e elaboradas juntamente com as comunidades, assumindo uma postura antirracista frente ao senso comum preconceituoso.

Adjacente ao Quilombo Ivaporunduva está o Rio Ribeira de Iguape. Ele faz e sempre fez parte da cultura e modo de vida dos quilombolas da região. Entretanto, nas últimas décadas foram várias as tentativas de realizar modificações no rio devido ao seu possível aproveitamento energético, como através de usinas hidrelétricas. Uma delas em específico, a UHE Tijuco Alto, só foi totalmente barrada em 2016 através de muito esforço das comunidades da região e do MOAB (Movimento dos Ameaçados por Barragens). Tais implementações iriam inundar seções próximas ao rio e acabar com comunidades e regiões da Mata Atlântica próximas.

Percebe-se uma necessidade de trazer as tecnologias de energias renováveis para a comunidade quilombola devido a importância de articular geração de energia elétrica e meio ambiente, a necessidade de garantir fornecimento de energia elétrica constante à comunidade e tornar o Quilombo Ivaporunduva referência nesse meio.

A presente pesquisa propõe, portanto, a avaliação da implementação de energias renováveis no Quilombo Ivaporunduva, articulando energia, meio ambiente e ancestralidade. Levando em conta a histórica luta contra as hidrelétricas que tentaram modificar o Rio Ribeira de Iguape, para o sistema de energias renováveis proposto, foi articulado um sistema híbrido que abrange placas fotovoltaicas, biogás e turbinas hidrocinéticas, tecnologia ainda em fase de desenvolvimento no Brasil capaz de gerar energia elétrica através da energia cinética do rio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade social, econômica e ambiental da inserção de energias renováveis no Quilombo Ivaporunduva e dimensionar a implementação de um sistema híbrido de energias renováveis na comunidade.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar imersão no território quilombola para entender suas demandas;

- Dimensionar um sistema de energias renováveis para a comunidade;
- Investigar os impactos ambientais das energias renováveis propostas no quilombo;
- Analisar a percepção da comunidade frente a um novo sistema de energia;
- Verificar a viabilidade econômica das implementações propostas.

2.3 Justificativa

Na relação entre desigualdade social e energia, há uma causalidade na falta de acesso à energia de qualidade, em uma situação econômica na qual o pobre paga uma parcela maior da sua renda, em comparação com classes sociais mais altas, por uma energia que não é garantida como direito social e sofre falta de comprometimento das concessionárias para regiões mais afastadas do SIN. Não o bastante, as regiões do Norte e Nordeste, que apresentam menor renda *per capita* do país, também contam com menor consumo de energia elétrica e menor acesso à energia (Thives, Ghisi e Thives Júnior, 2021).

No Quilombo Ivaporunduva essa relação econômica é evidente. Em Medeiros (2019) ao analisar os resultados da eletrificação no local o autor obteve reclamações que, em sua maioria, eram do preço da conta de luz, a dificuldade do pagamento, quedas de energia recorrentes em períodos de chuva, a demora de 2 a 3 dias para reestabelecimento de energia e o atraso das contas. A instalação de placas fotovoltaicas, com ou sem baterias, para geração de energia no quilombo contornariam parte desses problemas e, se conectadas ao SIN, diminuiriam consideravelmente as contas de energia da comunidade.

A economia do quilombo sofreu alterações com a chegada da energia elétrica, agora o trabalho no campo não é apenas para garantir a vida e o bem estar da comunidade, mas também para sustentar o valor das contas de energia e de internet, que representam horas a mais de trabalho, mostrando como o trabalho na comunidade agora é “intermediado por valores monetários” (Medeiros, 2019, p. 120).

Frente a esse problema, foram instalados postes de madeira no início da transição energética do quilombo, alguns que, até o presente momento da publicação deste artigo, ainda estão instalados na comunidade e podem vir a causar acidentes, incêndios ou interrupções no fornecimento de energia devido à deterioração do material. Grande parte das trocas dos postes foram feitas pelos próprios quilombolas devido à demora das concessionárias e a burocracia para tal mudança.

A chegada dos botijões GLP na comunidade marcou o papel da transição energética na cozinha quilombola. Embora o fogão a lenha ainda seja mais utilizado para refeições completas,

por preferência dos moradores, o fogão a GLP permeia as casas quilombolas principalmente para esquentar comidas e realizar o preparo de refeições mais simples ou em dias de chuva. A compra dos botijões GLP é feita no próprio quilombo mensalmente pela empresa *Ultragás*. O preço dos botijões vendidos no quilombo era em média 40% a mais da média do preço dos botijões no mercado de São Paulo em 2018 (Medeiros, 2019, p. 124). Com uma possível geração de biogás com biodigestores caseiros no quilombo, alguns pontos da comunidade, como a Pousada, economizariam na compra do botijão de gás utilizando uma fonte de energia renovável.

Os problemas enfrentados com a transição energética do Quilombo Ivaporunduva evidenciam a necessidade do estudo prévio para garantir o uso eficiente da energia e o bem estar dos moradores. Tal estudo é faltante em programas como o Luz para Todos que não levou em conta a continuidade da manutenção ou os preços da conta de luz nas comunidades. Em relato um dos quilombolas expõe a dependência criada pelos projetos: " [...] o sujeito fica escravo da energia, de pagar a conta no final do mês [...]" (Medeiros, 2019, p. 116). A partir disso, com razão, ele comenta sobre como o programa 'Luz para Todos' poderia ser reescrito como "Conta de luz para todos'. Neste mesmo estudo, o autor tentou entrar em contato com a concessionária para tratar das reclamações e precariedades do acesso à energia no Quilombo, entretanto, o contato não ocorreu por falta de resposta da concessionária.

Essas situações demonstram a falta de compromisso das concessionárias em tratar a energia como um serviço público indispensável que demanda manutenção e segurança constante. Por outro lado, com a implementação de energias renováveis no Quilombo e a capacitação dos quilombolas no ramo das energias renováveis é possível contornar estes empecilhos, garantindo que a energia esteja alinhada com as diretrizes da comunidade e não os torne escravos de um serviço que não os identifica como sujeitos dignos de serviços de qualidade.

A implementação de energias renováveis, em especial o aproveitamento hidrocinético do rio Ribeira de Iguape, fazem paralelo com a tentativa da implementação da UHE Tijuco Alto ao trazer um empreendimento de energia no Rio Ribeira de Iguape com baixo impacto ambiental e com sua geração direcionada para povos originários. O primeiro RIMA (Relatório de Impacto Ambiental) desta UHE, lançado em 2005, desconsiderava completamente as comunidades quilombolas no tópicos de impactos ambientais e afirmava que sua construção não iria atingir as terras ocupadas (CBA, 2005). Enquanto a tentativa de implementar este empreendimento era justificada como uma fonte de energia renovável, sua instalação

eventualmente afetaria as comunidades tradicionais e quilombolas. Apenas em 2016, com a análise do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), a Coordenação Geral de Infraestrutura de Energia Elétrica barrou a UHE devido à alta sensibilidade ambiental da região e à desatualização do estudo, mas somente em 2018 a Justiça Federal de Itapeva (SP) extinguiu a concessão de aproveitamento hidrelétrico à UHE Tijuco Alto (Souza e Almeida, 2021).

Diante disso, espera-se que através deste estudo fique evidente como energia, meio ambiente e povos originários podem, e devem, caminhar juntos, liderando uma transição energética renovável alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7), que visa "garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos", ao ODS 11.4 (proteção do patrimônio cultural e natural), ao ODS 13 (ação contra a mudança global do clima) e ao ODS 18, uma proposta nacional brasileira anunciada em setembro de 2023 pelo atual Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, que busca "fortalecer a identidade e os direitos dos povos originários, combatendo a discriminação étnico-racial" (ONU, 2015; Ministério da Igualdade Racial, 2023).

Nesse sentido, a presente pesquisa justifica-se ao garantir uma avaliação prévia à implementação de energias renováveis no Quilombo Ivaporunduva avaliando três tópicos principais: (1) economia, identificando os impactos positivos ou negativos na renda dos quilombolas; (2) sociedade, verificando se a comunidade estaria de acordo com esse tipo de intervenção e seus principais receios sobre essa tentativa; e (3) meio ambiente, analisando os possíveis impactos ambientais causados pelas implementações.

Para além disso, examinar a infraestrutura elétrica do quilombo e dimensionar as energias renováveis propostas é o último passo para garantir aos quilombolas do Quilombo Ivaporunduva parte do conhecimento necessário para se tornarem autônomos em energia e dá-los a possibilidade de afroempreender nesse meio, tornando-os parâmetros para eventuais implementações em comunidades originárias.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Quilombo Ivaporunduva

A origem do Quilombo Ivaporunduva começa no início do século 17, quando Joanna Maria se estabelece na região do médio Vale do Ribeira, onde atualmente é o Quilombo Ivaporunduva, junto com alguns escravos e com o intuito de explorar as minas de ouro da

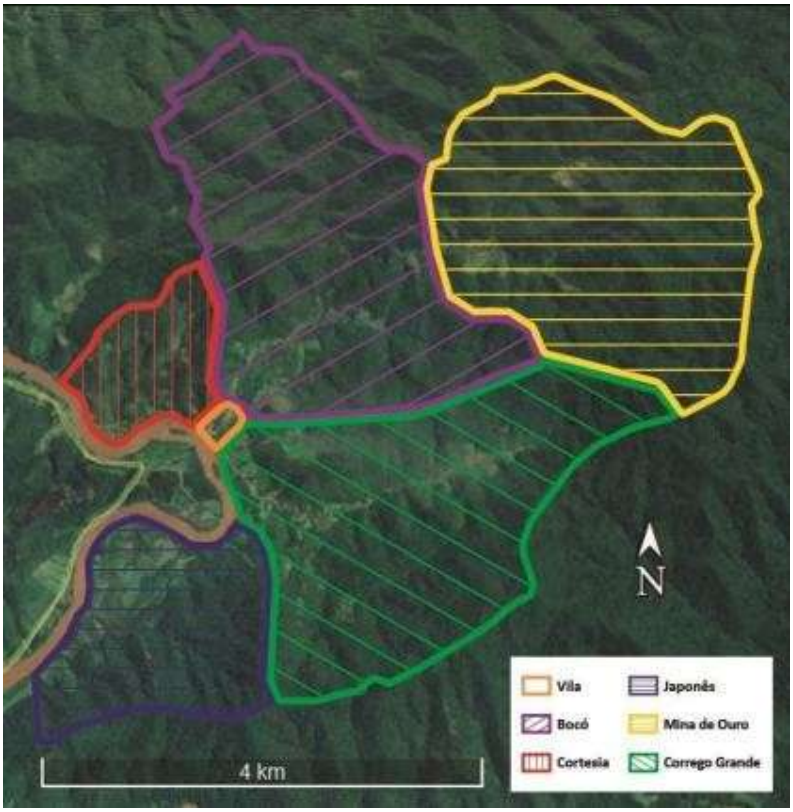
região. Após ficar doente por motivos dos quais não se tem registros, a senhora abandona a região para ir à Portugal, mas nunca mais volta, deixando a terra à mercê dos escravos que, numa tentativa de conquistar sua liberdade, através de muita luta e resistência, ali se estabelecerem e deram origem ao atual Quilombo Ivaporunduva (Frizero, 2016).

Mesmo com pelo menos 400 anos de existência, o processo de reconhecimento e titulação da comunidade começou apenas em 1994 por iniciativa da própria comunidade. Em 1998 a comunidade obteve o reconhecimento do seu território pelo Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP), mas somente em 1999 O INCRA (lnstituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) completou a titulação, registrando mais 2.035,12 hectares em nome da Associação Quilombo Ivaporunduva, no Cartório de Registro de Imóveis de Eldorado, além dos 672,28 hectares de terras concedidos à Associação em 2003 (Frizero, 2016).

Dados do Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) registraram a população do Quilombo Ivaporunduva em 269 pessoas.

O Quilombo Ivaporunduva é separado em 6 regiões, ilustrado pela Figura 2, das quais: Vila, Bocó, Japonês, Mina de ouro, Cortesia e Córrego Grande. A Vila é onde se concentra maior parte da comunidade e a maior parte de casas.

Figura 2 – Mapa dos setores do Quilombo Ivaporunduva.



Fonte: Medeiros, 2019.

A eletrização da comunidade surgiu por volta de 1995 na região da Vila, e só depois, com o Programa Luz da Terra, em 1999, o restante da vila e as regiões mais afastadas foram eletrificados. Essa transição foi, em sua maioria, arcada financeiramente pelos quilombolas que pagaram o padrão e a instalação nas residências, além de fornecerem sua própria mão de obra para tal. Apenas com o Programa Luz para Todos em 2004 que o restante da comunidade foi eletrificada gradualmente. Entretanto, com o surgimento de novas casas e falta de instalação em alguns locais, além da burocracia e demora do projeto, a própria comunidade realizou algumas ligações (Medeiros, 2019).

A transição energética do quilombo transformou a energia elétrica em uma dependência estrutural da comunidade, gerando a transformação da produção daquele espaço geográfico. Em Medeiros (2019), ao analisar a transição energética da comunidade, o autor observou diversos avanços com a chegada da energia elétrica: a comunicação com pessoas externas foi facilitada; muitos moradores antigos retornaram ao quilombo; a iluminação se tornou constante durante a noite nas casas e em parte das ruas; foi agregado valor cultural a eventos comunitários; a refrigeração mudou a preparação de comidas e garantiu o bem estar das casas; os turistas foram alocados numa pousada mais moderna com iluminação e chuveiro elétrico; o uso de máquinas de lavar auxiliou a limpeza das roupas; e a construção da fábrica da banana, que possibilitou a autonomia do Quilombo Ivaporunduva na maturação, armazenamento e carregamento da banana graças à disponibilidade de energia elétrica.

Antes da chegada da eletricidade, a iluminação era feita por lamparinas à querosene. A queima do querosene tinha um impacto ambiental e, além disso, sua fumaça poluía o ar, sujava as roupas, casas e os corpos dos quilombolas, afetando diretamente a saúde (Medeiros, 2019).

O acesso à internet mudou vários aspectos do cotidiano quilombola, agora as pessoas se encontravam a noite no centro da vila para utilizar um ponto de internet aberto e precário. Em 2018, o plano estava no valor de R$ 250,00/mês oferecendo uma velocidade de 10 Mb de download com apenas 10 Gb/mês. Levando em conta que famílias se juntam para dividir uma conta de internet, 10 Gb/mês não é o suficiente (Medeiros, 2019). Ainda assim, existem pontos gratuitos para o acesso à internet de todos da comunidade, entretanto, devido a inconstância do sinal e as quedas de energia é comum que estes pontos sejam sobrecarregados.

A principal fonte de renda do quilombo atualmente é a plantação de banana orgânica, seguido pelo turismo local e pela venda de artesanato.

O artesanato local é feito com a palha da bananeira, graças a economia circular da plantação de banana. Iniciada com assessoria de técnicos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), hoje um grupo de mais de 30 artesões produzem artesanato com opções que variam entre acessórios de roupa até acessórios de casa (Quilombos do Ribeira, s.d.). Além do artesanato, a loja da comunidade aberta aos turistas vende também cachaça de banana original do quilombo e equipamentos utilizados pelos quilombolas anos atrás, como a arma utilizada para caça, armadilhas de caça, entre outros.

O turismo realizado na comunidade pode ser relacionado com o turismo de base comunitária (TBC) e afroturismo. O Turismo de base comunitária é o turismo que contempla, em toda sua execução e desenvolvimento, a participação íntegra da comunidade, assim como os benefícios resultantes (Ozório, 2022). Os artesanatos vendidos pela comunidade colaboram com as atividades turísticas locais e aponta o empreendedorismo sustentável, característica do TBC.

O Afroturismo é voltado para o resgate da cultura africana e afrobrasileira, centralizado em localidades com presença histórica negra e que possibilitem um roteiro turístico que valorize a cultura afrodescendente e possibilite o empreendedorismo de pessoas negras, ampliando a inclusão e diversidade no turismo (Farias, Pimentel, Santos, 2021).

De acordo com Milena Manhães Rodrigues, doutoranda em Turismo pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP um roteiro afroturístico é:

> "*uma atividade relacionada à reconexão com a identidade e história, reivindicando as contribuições e perspectivas negras por meio do turismo. Então envolve produtos e serviços elaborados e executados por e para pessoas negras*" (Ceyhan, 2024).

Dentre as diversas iniciativas da comunidade, a respeito da preservação ambiental que ela realiza, destaca-se o repovoamento do palmito Juçara, espécie endêmica e em extinção em uma área de 200 ha do quilombo Ivaporunduva com assessoria técnica do Instituto Socioambiental (ISA) através da semeaduras por lanço (Quilombos do Ribeira, s.d.).

Além do Quilombo Ivaporunduva, diversas comunidades quilombolas residem à margem do Rio Ribeira de Iguape. Após a concessão de aproveitamento dos recursos energéticos do rio concedida a CBA em meados de 1990, as comunidades ameaçadas formaram

o Movimento dos Ameaçados por Barragens (MOAB) se mobilizando contra essas tentativas, levando anos de luta e resistência até conquistarem o cancelamento desses empreendimentos.

Ainda assim, atualmente, seguem tentativas de concessões para o aproveitamento dos recursos energéticos do Rio Ribeira de Iguape, principalmente através de PCHs. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio do Despacho nº 5.145/2023, por exemplo, aprovou a revisão dos estudos de inventário hidrelétrico para o rio. Tal decisão permite que a empresa Msul Energias Renováveis Ltda. exerça o direito de preferência sobre alguns aproveitamentos hidrelétricos. Essas decisões preocupam o Movimento dos Ameaçados por Barragens (MOAB) e retomam o assunto dos impactos ambientais dessas implementações nas comunidades que vivem às margens do rio.

A comunidade quilombola de Ivaporunduva é um exemplo de resiliência e resistência contínua. Ao longo de sua história, os quilombolas superaram inúmeros desafios para preservar sua existência e seus direitos. Eles enfrentaram tentativas de recaptura para escravizá-los, conflitos com fazendeiros por suas terras, foram alvos da negação de acessos básicos ao longo de sua história, sofreram das mais diversas formas de racismo, mas superaram essas barreiras. Hoje, sua luta e organização servem de referência não apenas para outros quilombos, mas também para comunidades periféricas que enfrentam desafios semelhantes.

Toda a resistência histórica do Quilombo Ivaporunduva e das demais comunidades do Vale do Ribeira reflete a capacidade das comunidades originárias de gerir recursos de forma sustentável, base que fundamenta a proposta de implementação de energias renováveis, articulando a geração de energia elétrica por meios mais sustentáveis e que tragam mais confiabilidade energética às comunidades.

3.2 Energias Renováveis

3.2.1 Energia solar

Energia solar é aquela em que se converte a energia da irradiação solar, a mais abundante no planeta Terra, em energia elétrica. Esse processo ocorre através do efeito fotovoltaico, quando determinado material entra em contato com a irradiação solar, seus elétrons entram em agitação e, através de uma junção *pn* com dois semicondutores positivo e negativo, os elétrons passam de um semicondutor ao outro. Os módulos fotovoltaicos (PV) aproveitam esse fenômeno e capturam os elétrons desse efeito e os destinam, na forma de corrente contínua, ao sistema fotovoltaico que gera energia elétrica. Diversos módulos fotovoltaicos podem ser

acoplados a um sistema fotovoltaico a fim de gerar mais energia elétrica. Para que seja possível a utilização dessa energia nas residências é necessária a utilização de um inversor que transforme a corrente contínua proveniente dos módulos fotovoltaicos em corrente alternada, utilizada nos equipamentos domésticos (Kaligrou, 2016).

A intermitência é o principal desafio da energia solar, pois a fonte não está disponível durante a noite. Para compensar essa limitação, os sistemas fotovoltaicos podem ser integrados ao Sistema Interligado Nacional (SIN), o que permite injetar energia na rede durante o dia e consumir a energia do sistema à noite, quando a produção solar é interrompida.

Esse tipo de sistema conectado ao SIN é chamado de sistema *on grid.* Outra forma de suprir a intermitência é a instalação de baterias acopladas ao sistema fotovoltaico, onde não se é necessário a conexão ao SIN e possibilita a utilização da energia solar em comunidades afastadas ou que sofrem com quedas constantes de energia, como é o caso do Quilombo Ivaporunduva (Kaligrou, 2016). Esse tipo de sistema é chamado de *off grid*, do qual nã há conexão direta ao SIN, podendo ter ou não baterias acopladas.

O sistema *off grid* necessita que as baterias sejam acopladas em paralelo, para aumentar sua capacidade, e que sejam capazes de aceitar cargas e descargas profundas, diferentemente de baterias de carros elétricos. A classificação das baterias é atribuída pelo número de Ampères-hora (Ah) que podem ser extraídos a partir da capacidade máxima da bateria. Por exemplo, um regime de descarga, onde a bateria está fornecendo energia à carga, será de 40 horas para uma bateria com capacidade de 200 Ah que descarrega a 5 A (Kaligrou, 2016).

Para evitar a sobrecarga das baterias em sistemas *off grid* utiliza-se controladores de carga. Eles regulam a potência de módulos fotovoltaicos e indicam a desconexão do sistema fotovoltaico quando a tensão da bateria é muito baixa, evitando uma descarga excessiva (Kaligrou, 2016).

No Brasil a energia solar fotovoltaica representa 7,2% da matriz de geração de energia elétrica no país (Figura 3) desconsiderando os sistemas de micro e minigeração distribuída. Por outro lado, a Alemanha tem sua matriz diversificada com 11,8% de energia solar fotovoltaica (Figura 4), sendo que a maior irradiação solar alemã é próxima da menor irradiação solar brasileira (CRESESB, 2025). Essa Incongruência evidencia que o Brasil ainda carece de investimentos no setor fotovoltaico, atitude que, em países europeus, mesmo com áreas menores que as nossas e irradiação solar mais baixa, acontece (IEA, 2023).

O Quilombo Ivaporunduva detém uma irradiação solar (IS) diária média mensal de 3,62 kWh/m².dia no seu maior mínimo mensal com inclinação 39º N (Tabela 1) (CRESESB, 2025). Utiliza-se o valor da inclinação com a média mais alta dos valores mais baixos (maior mínimo

mensal) para garantir que os dados não sejam extrapolados e baseados num valor mais alto do que o comum. Garantindo a média do valor mais alto entre os valores mais baixos também se garante maior confiabilidade ao dimensionamento.

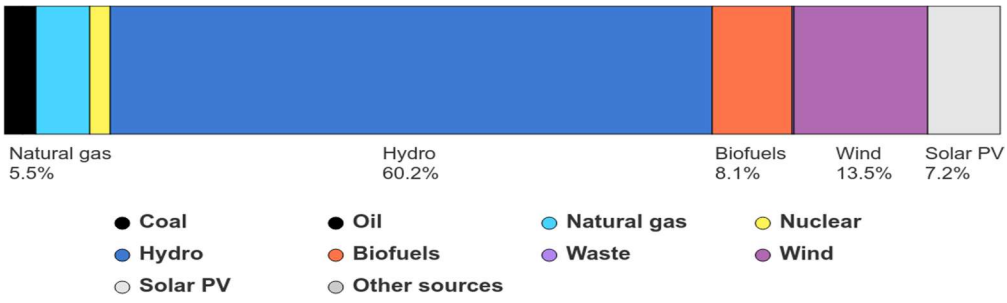
Na mesma tabela é evidente que nos meses entre dezembro e fevereiro durante o verão a IS é mais alta, sendo fevereiro o valor mais elevado. Já no período do inverno, especialmente em junho e julho, são evidentes as IS mais baixas. Essa variação há de ser levada em conta no dimensionamento do uso de PV pois nestes meses será gerado menos energia em relação aos outros meses.

Tabela 1 – Cálculo do plano inclinado.

Ângulo	**Inclinação**	**Irradiação solar (IS) diária média mensal [kWh/m².dia]**													
		Jan	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Média**	**Delta**
Plano Horizontal	0° N	5,34	5,28	4,51	3,87	3,09	2,68	2,73	3,47	3,53	3,99	4,81	5,43	**4,06**	**2,74**
Ângulo igual à latitude	25° N	4,82	5,03	4,64	4,40	3,83	3,47	3,43	4,08	3,73	3,88	4,41	4,81	**4,21**	**1,60**
Maior média anual	20° N	4,97	5,13	4,67	4,34	3,72	3,35	3,32	4,00	3,73	3,94	4,53	4,98	**4,22**	**1,81**
Maior mínimo mensal	39° N	4,28	4,61	4,45	4,43	4,01	3,69	3,62	4,18	3,63	3,62	3,97	4,24	**4,06**	**0,99**

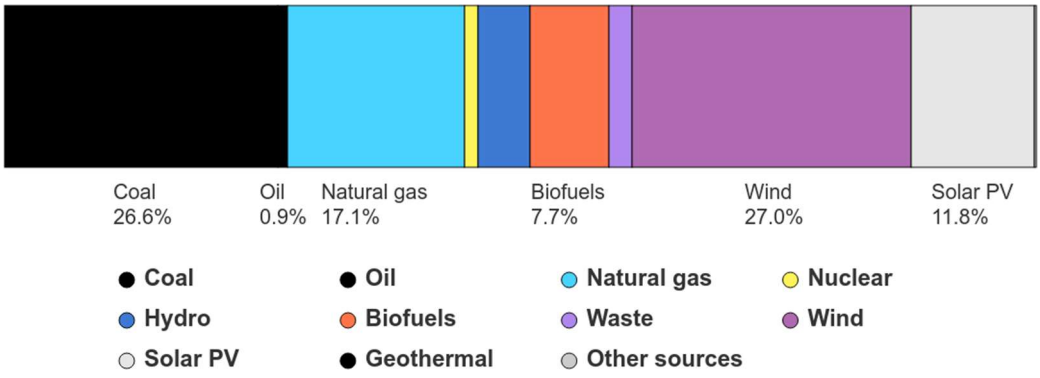
Fonte: CRESESB, 2025.

Figura 3 – Geração de energia elétrica no Brasil em 2023.



Fonte: IEA, 2023.

Figura 4 – Geração de energia elétrica na Alemanha em 2023.



Fonte: IEA, 2023.

3.2.2 Biogás

Conforme o Decreto nº 11.003, de 2022, que institui a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano, em seu art. 3º o biogás é definido como o "gás bruto cuja composição contenha metano obtido de matéria-prima renovável ou de resíduos orgânicos".

O biogás pode tanto ser utilizado para geração de energia elétrica quanto para sua substituição ao Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), utilizado convencionalmente nas cozinhas brasileiras. O dimensionamento avaliou a melhor opção a ser empregada na comunidade. A geração de energia elétrica utilizando biogás se dá através de motores geradores a combustão, que transforma a energia química em energia mecânica através de uma combustão controlada, enquanto a substituição do GLP para o gás de cozinha necessitaria de encanamento específico e seguro para as cozinhas da comunidade.

Uma alternativa para a produção de biogás dentro da comunidade é o uso do processo de digestão anaeróbica para tratamento do sistema de esgoto sanitário. Neste processo, resíduos orgânicos são alocados em um reator com a ausência total ou parcial de oxigênio, para que as bactérias dos resíduos possam digerir o resíduo e assim produzir o biogás. Esse processo pode ser empregado na própria Estação de Tratamento De Esgoto (ETE) do local (Moreira, 2017).

O tipo de reator mais convencional utilizado para a produção de biogás é o UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket). Esse tipo de reator recebe os resíduos orgânicos na parte inferior do sistema, alocando os resíduos na manta de lodo, onde a matéria orgânica é degrada.

Na parte superior o biogás irá subir por conta de sua menor densidade, passando por um sedimentador que realiza a separação do gás, liberando por fim o biogás (Posseti, 2018).

O biogás proveniente do reator UASB é composto majoritariamente por metano (70 a 81%), nitrogênio (10 a 25%) e gás carbônico (6 a 14%), geralmente apresentando pequenas quantidades de hidrogênio (0 a 3%) e outros gases. Entretanto, a qualidade do material, assim como seu PCI (Poder Calorífico Inferior) serão determinados principalmente por: Quantidade de vapor de água e CO2; qualidade do esgoto sanitário; biodegradabilidade dos compostos orgânicos; e a presença de nitrogênio, enxofre e fósforo (Posseti, 2018; Bilotta, Ross, 2016).

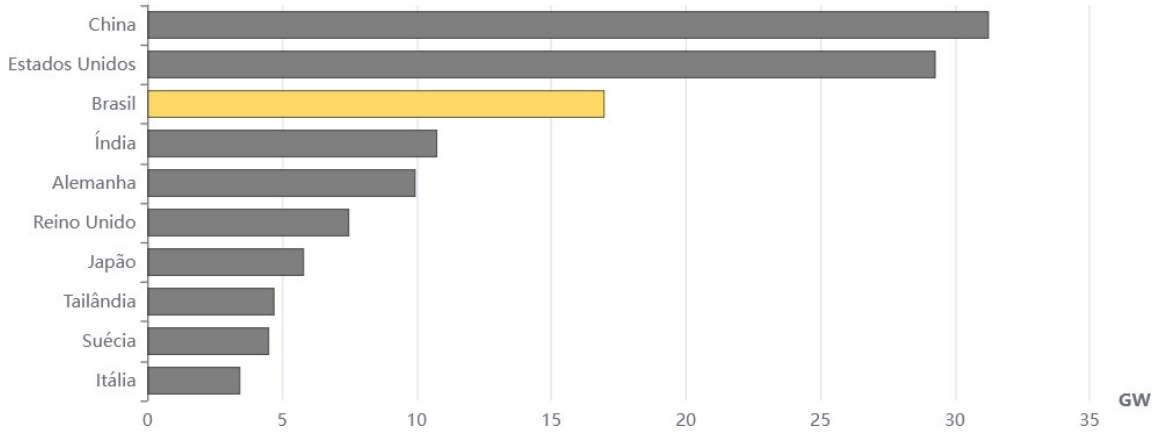
Dependendo da aplicação do biogás, ele pode necessitar de tratamento para remover gases indesejáveis em sua composição, que podem afetar tanto a vida útil do motor quanto o rendimento do biogás. Entretanto, de forma geral, a purificação só é necessária para em casos em que o biogás será utilizado como combustíveis para veículos ou armazenamento, onde pode ser armazenado em torpedos de aço de até 200 atmosfera.

Segundo Chernicharo (2007, *apud* BILOTTA; ROSS, 2016), no tratamento anaeróbio, a carga orgânica afluente é convertida em biogás (50 a 80%), efluente (0 a 30%) e lodo (10 a 20%). A relação máxima é de 0,25 kg de metano para cada 1 kg de demanda biológica de oxigênio removida (FARIAS, 2012, *apud* BILOTTA; ROSS, 2016).

Segundo Barrera (2003, *apud* Moraes, 2020) o biogás pode ser utilizado na maioria das aplicações que o gás natural é utilizado. No mesmo estudo é exposta a relação entre o metro quadrado de biogás equivalente ao combustível indicado, apontando a eficácia da utilização de biogás em alguns parâmetros. Sobre a eletricidade, em específico, 1 m³ de biogás equivale a 1,428 kWh. Essa relação apontou que, numa estação de tratamento de esgoto que funcione 24 horas por dia, atendendo uma população de 10 mil pessoas, possibilitaria a geração de energia elétrica em 5.544 kWh/mês.

A geração de energia elétrica através de biomassa, incluindo biogás, bagaço de cana, biogás, capim elefante, carvão vegetal, casca de arroz e gás de alto forno, é uma das fontes de energia renovável que o Brasil é referência, constando aproximadamente 17 GW de capacidade instalada, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos no parâmetro mundial (Figura 5).

Figura 5 – Capacidade instalada – Biomassa – 10 maiores países (GW) no último ano.

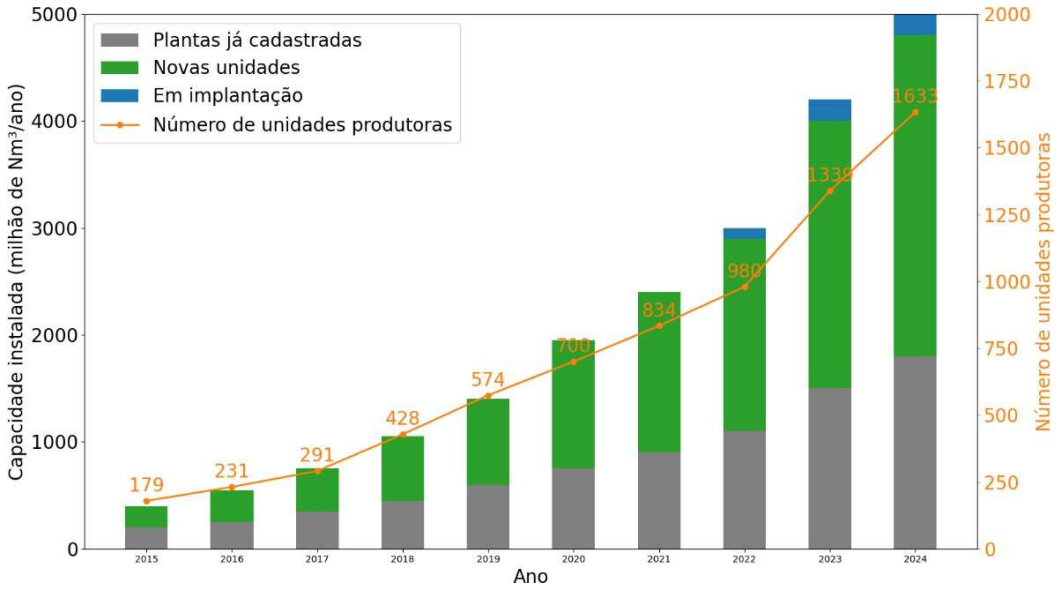


Fonte: EPE, 2025.

O setor de biogás no Brasil tem crescido bastante na última década, com um aumento notável no número de usinas cadastradas, conforme Figura 6. O impulso foi ainda maior nos últimos cinco anos, principalmente por causa das condições favoráveis e dos avanços na regulamentação do setor no país (CBIogás, 2025).

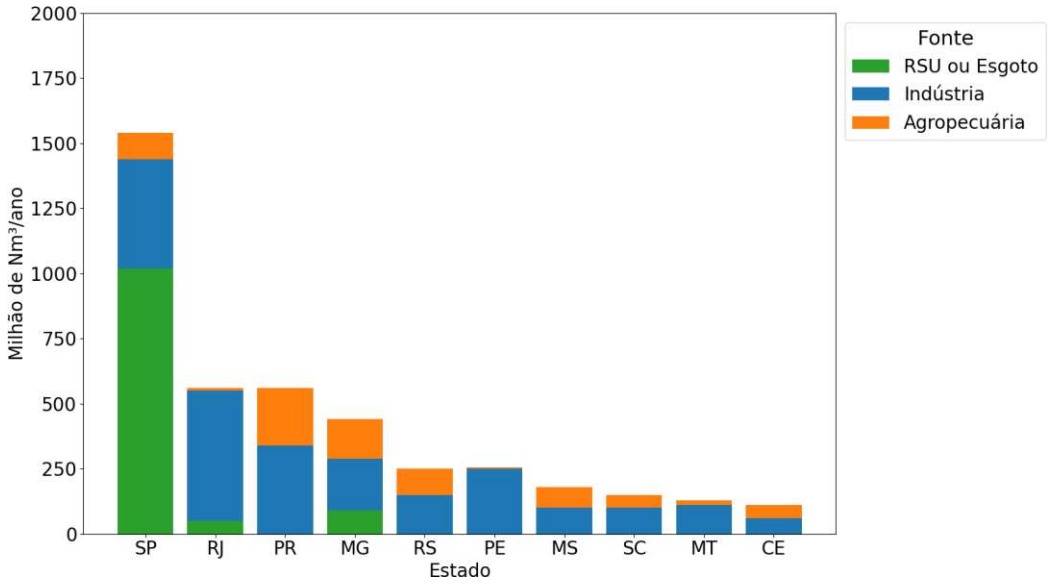
Na mesma vertente, a utilização de resíduos orgânicos provenientes de tratamento de esgoto e de resíduos sólidos urbanos (RSU) para obtenção de biogás foram as mais utilizadas no Brasil no ano de 2024, conforme Figura 7 (CBIogás, 2025). O Rio de Janeiro, em específico, mantém a capacidade instalada para RSU e esgoto em 98% do total de capacidade instalada do estado.

Figura 6 – Crescimento do setor de biogás no Brasil.



Fonte: CBIogás, 2025.

Figura 7 – Capacidade instalada por tipo de substrato por UF.



Fonte: CBIogás, 2025.

3.2.3 Energia hidrocinética

Energia hidrocinética é caracterizada como o aproveitamento da energia associada ao movimento da água em rios e oceanos, ou seja, a energia cinética. Semelhantes as turbinas eólicas, as turbinas hidrocinéticas transformam a energia cinética da água em energia elétrica através de dispositivos eletromecânicos, assim como as turbinas eólicas transformam a energia cinética associada aos ventos em energia elétrica, com suas devidas particularidades. Esse

movimento associado aos trechos fluviais, foco da presente pesquisa, apresenta um potencial energético relevante e aponta o próximo passo da evolução das tecnologias de produção de energias renováveis, ainda mais se aplicada em conjunto com outras fontes intermitentes, compensando-se umas com as outras (Brasil Junior, 2022).

A energia hidrocinética vem crescendo no Brasil, em especial na Amazônia. São exemplos os estudos de Cunha (2020) que realizou uma simulação hidrodinâmica no Baixo Rio Amazonas e identificou as limitações físicas desse tipo de implementação, e Pires Filho *et al* (2023) que implementou uma turbina hidrocinética em uma comunidade isolada no Amazonas e apresentou resultados positivos derivados dessa implementação, como a geração de energia satisfatória para as demandas estabelecidas e o baixo impacto ambiental dessa geração de energia renovável. Tais estudos evidenciam a possibilidade da utilização de turbinas hidrocinéticas para comunidades isoladas e nos rios do Brasil. No presente estudo as turbinas hidrocinéticas serão avaliadas para geração de energia elétrica para as regiões da comunidade mais próximas ao Rio Ribeira de Iguape.

O Rio Ribeira de Iguape, adjacente ao Quilombo Ivaporunduva, sofreu diversas tentativas de implementações de hidrelétricas que inundariam áreas que abrigavam comunidades originárias. A UHE Tijuco Alto foi um exemplo disso. A integração de uma tecnologia sustentável e com baixo impacto ambiental ao Rio Ribeira de Iguape por si só já é uma afronta as corporações que, em sua busca de lucro, estavam dispostas a acabar com o território dos povos originários (Souza, 2021).

Usualmente, as turbinas de eixo axial, das quais o fluído escoa paralelamente ao eixo de rotação, se mostraram as mais promissoras. Sua alta eficiência e velocidade de rotação, além da possibilidade de se colocar como turbina flutuante, reforçam essa premissa. Dentre os desafios encontrados para a implementação de turbinas hidrocinéticas, os principais foram o atual estado de desenvolvimento da tecnologia, seu difícil acesso e sua ancoragem (Kumar, 2016). Portanto, para a presente pesquisa serão consideradas turbinas de eixo horizontal para os fins de avaliação e dimensionamento do sistema.

A instalação de turbinas hidrocinéticas no Rio Ribeira de Iguape para o Quilombo Ivaporunduva, por ser uma capacidade de geração reduzida destinada as residências da comunidade, atende ao disposto no Artigo 176, §4º da Constituição Federal, portanto, não dependerá de autorização ou concessão governamental para o aproveitamento dessa energia (BRASIL, 1988). Entretanto, sua instalação deverá ter licenciamento ambiental pelo órgão ambiental local conforme lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981) e Resolução CONAMA nº

237/1997 (CONAMA, 1997), outorga de uso de recursos hídricos para a Agência Nacional de águas conforme Lei nº 9.433/1997, e autorização da comunidade quilombola, protegida pelo decreto nº 4.887/2003 (BRASIL, 2003) e pela Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT, 1989).

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de campo e participativa, com imersão no território do Quilombo Ivaporunduva com o intuito de cumprir os objetivos propostos. A abordagem qualitativa foi utilizada para analisar os impactos sociais e econômicos da energia na comunidade e a percepção dos quilombolas sobre as energias renováveis, a partir de dados não numéricos. A pesquisa de campo, por sua vez, incluiu o autor como participante no território Ivaporunduva vivenciando sua cultura e modo de vida coletando dados através de entrevistas, questionários e observações no local (Guerra, 2023).

Adicionalmente, foram utilizadas técnicas quantitativas complementares para realizar o dimensionamento das implementações energéticas propostas, analisar o sistema de distribuição de energia e seu descarte de resíduos, e coletar dados sociodemográficos dos questionários, para sustentar os resultados obtidos.

O acesso ao quilombo Ivaporunduva e a realização da pesquisa foi autorizado por meio de uma Carta de Anuência (ANEXO A) assinada pela coordenadora geral da Associação Quilombo Ivaporunduva. O documento estabeleceu que a comunidade quilombola detém conhecimento da pesquisa e permitiria a entrada do autor na comunidade, assim como disponibilizaria e auxiliaria no fornecimento de dados necessários para a pesquisa. Junto com a carta de parceria, um pré-projeto sobre a pesquisa, alinhado com as normas ABNT, foi enviado para que a pesquisa fosse aprovada pela comunidade.

Conforme Gil (2002), é necessário uma etapa que anteceda o estudo de campo e explore conceitos importantes para realizar a pesquisa:

> *Esta etapa representa um período de investigação informal e relativamente livre, no qual o pesquisador procura obter, tanto quanto possível, entendimento dos fatores que exercem influência na situação que constitui o objeto de pesquisa. Constitui, portanto, uma etapa cujo objetivo é o de descobrir o que as variáveis significativas parecem ser na situação e que tipos de instrumentos podem ser usados para obter as medidas necessárias ao estudo final (Gil, p. 130, 2002).*

Dessa forma, foi realizada uma revisão bibliográfica que contemplasse: a história, modo de vida e dados demográficos sobre o Quilombo Ivaporunduva; as informações e cálculos necessários para a implementação das energias renováveis propostas; e por fim outros estudos que aplicaram e justificaram a implementação de energias renováveis em povos originários.

Segundo Guerra (2023) a pesquisa bibliográfica é uma metodologia que abrange materiais já existentes. A principal ferramenta dessa revisão é o levantamento de fontes confiáveis com o autor se debruçando sobre os estudos escolhidos de forma crítica, seletiva e exploratória.

Dados demográficos e territoriais da comunidade Ivaporunduva foram coletados no censo demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) e na coleção Terras de Quilombos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2020), disponível na plataforma governamental gov.br.

A origem do quilombo e seu modo de vida, ainda que citada por Frizero (2016) nas coleções Terras de Quilombos, foi aprofundada no site oficial das comunidades quilombolas do Vale do Ribeira (Quilombos do Ribeira, s.d.) e buscando outros autores utilizando a palavra-chave “Quilombo Ivaporunduva” no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por ser uma base de dados nacional confiável, filtrando apenas artigos revisados por pares.

A CAPES também foi utilizada para encontrar fontes que envolvessem as palavras-chave: “Afroempreendedorismo”, “Afroturismo”, “Entrevistas” e “Pesquisa de campo", complementando os assuntos abordados na pesquisa e auxiliando em seu desenvolvimento.

Para a investigação do funcionamento das energias renováveis, como realizar seu devido dimensionamento, formas de aplicá-las e seus respectivos impactos ambientais foram utilizados livros disponibilizados pelos professores da FEC/UNESP Campus de Rosana, como “Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos (Sanchez, 2020)” e “Engenharia de energia solar (Kaligrou, 2016)” que tratam de forma específica os assuntos. Para maior aprofundamento e com o intuito de auxiliar na busca de implementações do mesmo tipo que já existam, foram utilizadas as plataformas Google Acadêmico e o portal da CAPES por meio das palavras-chave: “Energia solar”, “Biogás”, “Hidrocinética”, “Impactos ambientais” e “Sistemas híbridos de energia”.

Igualmente, por meio das plataformas Google Acadêmico e portal da CAPES, foram investigadas pesquisas ou projetos que abordavam energias renováveis em comunidades

originárias, utilizando as palavras-chave: “Quilombos”, “Povos originários” e “energias renováveis”.

4.1 Questionários e Entrevistas

Com o intuito de fomentar os resultados obtidos nesse estudo foi realizada uma pesquisa de levantamento aplicando questionários e entrevistas formais e informais identificando quais os impactos sociais, econômicos e ambientais esperados pela comunidade com a inserção das energias renováveis no Quilombo. A pesquisa de levantamento consiste em:

> *A pesquisa de levantamento é uma estratégia utilizada para coletar dados e informações sobre características ou opiniões de um grupo de pessoas que representa uma população. Nesse tipo de pesquisa, busca-se obter respostas diretas das pessoas cujo comportamento se deseja compreender. Basicamente, solicitam-se informações a um grupo significativo de pessoas sobre o problema estudado, e, em seguida, realiza-se uma análise quantitativa para obter conclusões baseadas nos dados coletados (Guerra, 2023, p. 154).*

Foi elaborado um questionário físico para a comunidade quilombola a respeito dos possíveis impactos, da visão da comunidade sobre o tema da pesquisa e de suas insatisfações com a distribuição de energia atualmente. Englobando também o debate sobre biogás, questionando sua utilização nas casas e seu preço na comunidade. O questionário se encontra no Apêndice A deste documento e foi entregado a 30 pessoas.

O questionário foi aplicado aos quilombolas, entre 1 de agosto a 4 de agosto (Figura 8), visando entender os possíveis impactos sociais desse tipo de implementação na comunidade, os problemas mais recorrentes de energia que a comunidade enfrenta, o tipo de combustível utilizado nas cozinhas quilombolas e se os entrevistados compreendem sobre as energias renováveis e o funcionamento do sistema proposto. Para além disso, após explicar como as fontes de energia citadas poderiam ser aproveitadas, caso os quilombolas não detenham esse conhecimento, o questionário aborda a possibilidade e vontade dos quilombolas em deter esse tipo de conhecimento e produzir sua própria energia.

Figura 8 – Aplicação dos questionários no Quilombo Ivaporunduva.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

As entrevistas formais foram realizadas com o intuito de discorrer sobre problemas com energia enfrentados na comunidade e demandas da população quilombola em relação a energia em 2025. Não o bastante, durante entrevistas informais com as lideranças da comunidade, esperou-se compreender a possibilidade real da implementação das energias renováveis com editais governamentais ou empresariais que financiassem a proposta.

Em Medeiros (2019), durante sua visita ao Quilombo Ivaporunduva, o pesquisador percebeu como a oralidade em uma entrevista sem preparo prévio foi capaz de resgatar perspectivas que não se encontram nos questionários ou em livros. Isso ocorre pois os povos originários realizaram grande parte da sua história através da oralidade e têm a oralidade como um dos principais meios de comunicação. O pesquisador expõe que esses dados enriqueceram o trabalho principalmente devido ao fato de que as populações tradicionais realizaram grande parte da comunicação entre as gerações através da oralidade. Portanto, também foram realizadas entrevistas informais em conjunto com as entrevistas formais e os questionários.

Além dos questionários e entrevistas, para entender parte da vivência dos quilombolas, foi necessária a atuação do autor como participante na comunidade. Para Severino (2014), a pesquisa participante é aquela em que o pesquisador participa de forma ativa do cotidiano da

comunidade objeto de estudo, colocando-se numa postura de identificação no local com o propósito de entender de forma plena suas necessidades e seu modo de viver, afinal quando se conhece uma cultura você a respeita.

4.2 Dimensionamento Energético

Para realizar o dimensionamento energético foi necessário elencar todos os componentes necessários para a avaliação do sistema híbrido de energias renováveis. Para que este sistema seja fiel à realidade e que possa ser utilizado posteriormente pela comunidade, é importante que seja de fácil entendimento, possibilitando maior aprofundamento no futuro. Todo o consumo da comunidade foi reduzida a uma única carga, viabilizando os cálculos e desconsiderando as distâncias entre as casas e as renovações necessárias no sistema de distribuição e transmissão da comunidade. Dessa forma, o objetivo do dimensionamento é calcular como suprir a demanda energética dessa carga, no caso a comunidade.

Durante a pesquisa de campo foram identificadas contas de luz dos moradores a fim de descobrir o consumo das casas quilombolas. Através da média destes consumos, utilizando a quantidade de moradores da base do IBGE e atribuindo uma média de 4 pessoas por casa, calculou-se o número de casas e, por fim, descobriu-se a média da demanda de energia elétrica da comunidade.

Como o sistema híbrido engloba três tipos diferentes de energias renováveis, o cálculo para suprir a demanda energética iniciou-se com o cálculo de geração de energia elétrica a partir do biogás que, por hipótese, seria a menor geração. Posteriormente foi calculada a geração através de turbinas hidrocinéticas, porque é uma inovação promissora, mas que depende de fatores físicos, como o tamanho do rio e a quantidade de turbinas pela largura do rio. Por fim, foi calculada a geração por energia solar, visando abater o restante da demanda por ser a geração de energia renovável com o maior custo-benefício atualmente e por apresentar dados promissores de irradiação solar na região do Quilombo Ivaporunduva.

Para a análise da viabilidade econômica o principal parâmetro utilizado foi o Valor Presente Líquido (VPL). Ele indica o valor financeiro e avalia a possibilidade de um investimento em trazer um retorno financeiro a longo prazo levando em conta o valor de todos os fluxos de caixa futuros e o investimento inicial considerando uma taxa de desconto. Se o valor for menor que zero, a implementação não é viável economicamente, caso contrário, considerasse viável o projeto. O VPL pode ser obtido utilizando a equação 1:

$$VPL = \sum_{t=1}^{m} \frac{E*T-Com}{(1+k)^t} - C_{un} \quad (1)$$

Onde: m = Vida útil do empreendimento; T = Tarifa de venda de energia; Com = Custo de operação e manutenção do projeto; k = Taxa de desconto anual; Cun = Custo unitário do sistema;

4.2.1 Dimensionamento do Sistema de Biogás

Para possibilitar a avaliação do uso de biogás, as seguintes premissas foram estabelecidas antes da pesquisa de campo realizada: (I) existe uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na comunidade; (II) A estação funciona 24 horas por dia e fornecerá massa de substrato continuamente neste período; (III) O sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como o encanamento necessário, serão desconsiderados no cálculo financeiro. Essas premissas garantem que o foco do estudo seja na geração de energia através do biogás e não se aprofunda nos detalhes da implementação em si, que não dizem respeito a etapa de avaliação.

A fim de realizar o dimensionamento da geração de energia elétrica através do biogás foi necessário encontrar: a geração de matéria orgânica por pessoa por dia, o número de habitantes da comunidade, o teor de metano presente no biogás, o Poder Calorífico Inferior (PCI) do biogás e a eficiência do motor gerador.

Para estimar o volume de biogás produzido por dia (V_{BG}) na comunidade foi utilizada a equação 2 que relaciona a massa de substrato fresca (M_s $[kg/dia]$), o teor de sólidos totais desse substrato (ST), a fração de sólidos voláteis no teor de sólidos do substrato (SV) e o rendimento específico do biogás (Y_{BG} $[\mathrm{m^3/kg}]$). Os 3 últimos foram assumidos conforme Angonese *et al.* (2006) devido à falta de dados específicos referentes aos dejetos orgânicos da comunidade.

$$V_{BG} = M_s * ST * SV * Y_{BG} \ [\mathrm{m^3/dia}] \quad (2)$$

Devido à falta de dados específicos dos dejetos da comunidade, adotaram-se os seguintes valores de referência: teor de sólidos totais do substrato (ST) em 0,12; a fração de sólidos voláteis no teor de sólidos totais do substrato (SV) em 0,80; e o rendimento específico do biogás Y_{BG} em 0,35 m³/kg (Angonese et al., 2006),

A geração de energia elétrica está diretamente ligada ao PCI do biogás que, conforme Silva (2022) diz respeito majoritariamente a presença de metano na composição. O PCI do biogás (PCI_{BG}) foi calculado pela equação 3, assumindo-se um teor de metano (CH_4) de 70%, valor conservador para reatores UASB, e o PCI do metano (PCI_{CH_4}) de 9,94 kWh/m³ (Angonese et al., 2006).

$$PCI_{BG} = \%CH_4 * PCI_{CH_4} \text{ [kWh/m³]} \quad (3)$$

Utilizando do PCI do biogás, o multiplicando pelo volume diário de biogás e, consequentemente, aplicando uma eficiência (η) de 30% para o motor gerador, foi possível elaborar a equação 4 e, enfim, quantificar a geração de energia elétrica (E_{BG}) utilizando biogás proveniente de um reator UASB utilizando um motor gerador de energia elétrica.

$$E_{BG} = V_{BG} * PCI_{BG} * h \text{ [kWh/dia]} \quad (4)$$

Para estimar o volume necessário do biodigestor foi utilizada a equação 5 que relaciona a vazão do efluente por dia com o tempo de retenção hidráulica (TRH). O TRH é o tempo que o material passará dentro do biodigestor para ser completamente digerido e produzir biogás. Ele depende da temperatura da operação e para as temperaturas típicas do Brasil, variando entre 25 e 35ºC, pode variar em média de 15 a 30 dias. Para atribuir um valor conservador dentro dessa média, foi utilizado o valor de 20 dias para o cálculo (FUNDACE, 2024).

$$V = Q * TRH \text{ [m³]} \quad (5)$$

4.2.2 Dimensionamento do Sistema Hidrocinético

Considerando que rios variam conforme fenômenos hidrológicos e que seu relevo fundo impacta diretamente na velocidade e vazão do rio, seria necessário um levantamento de batimetria do relevo fundo do rio para maior precisão dos dados. Esse levantamento poderia ser feito de forma direta, como em levantamento físico em campo, ou por sondas batimétricas de forma indireta. Devido ao relevo e a superfície da água não serem lineares, uma análise da rugosidade do corpo d'água também seria necessário. Entretanto, devido às limitações da

presente pesquisa e para fins de avaliação do potencial energético do rio com a utilização de turbinas hidrocinéticas, tais dados serão estimados.

A fim de calcular a velocidade foi preciso encontrar a vazão e a área da seção transversal do Rio Ribeira de Iguape. Para os dados fluviométricos do Rio Ribeira de Iguape foram utilizados os anos de 2021, 2023 e 2024 da estação hidrométrica mais próxima do Quilombo Ivaporunduva na *Hidroweb*, a estação 81350000 Iporanga. A média das vazões do período de 3 anos foi de 188,22 m^3/s (ANA, 2025).

Para a área da seção transversal foi preciso encontrar a largura e altura do rio. Utilizando a mesma base de dados citada, que abrange o nível da água para os anos citados, encontrou-se uma média de nível insuficiente e que não condizia com a profundidade vista durante a visita à comunidade, por isso estimou-se o valor de 1,5 m para avaliar a geração de energia naquela seção.

A função “medir distância” do Google Maps foi utilizada para encontrar a largura do rio na seção de latitude 24°33'52.1"S 48°23'38.3"W, retornando o valor de 97,2 m de largura. A localização escolhida se deu por conta do estreitamento do leito, o que sugere uma região com maior velocidade, conforme ilustra a Figura 9. Além de ser uma área de junção, após uma bifurcação.

Figura 9 – Seção para instalação das turbinas hidrocinéticas no Rio Ribeira de Iguape.



Fonte: Google Maps, 2025.

Para calcular a potência hidráulica disponível será utilizada a equação 6 que retorna à potência hidrocinética bruta. Onde: ρ = massa específica da água (1000 kg/m³); A = área da turbina (equação 7); V = velocidade média do rio (equação 8); Q = vazão da água no rio (Santos, 2019).

$$P_{hkb} = \frac{1}{2}\rho A V^3 \text{ [W]} \quad (6)$$

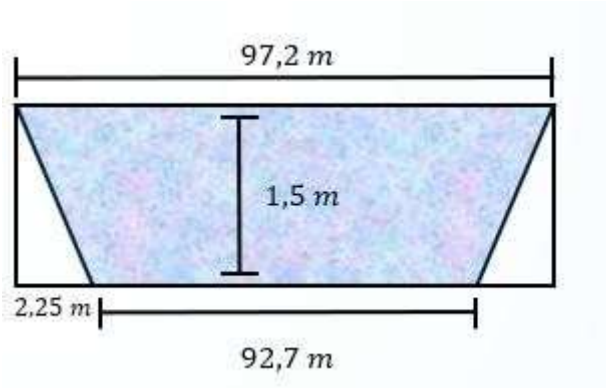
$$A = \pi * (\frac{D}{2})^2 \text{ [m²]} \quad (7)$$

$$V = \frac{Q}{A} \text{ [m/s]} \quad (8)$$

A área um rio é determinada por suas condições geológicas que muitas vezes o assemelham a um trapézio. Por isso foi calculada a área do rio por semelhança de trapézio utilizando a equação 9. Sendo B a base maior, b a base menor e h a altura do rio. Para calcular

a declividade de margem, considerou-se 1,5 m de deslocamento horizontal a cada 1 m de profundidade (Figura 10) (Santos, 2019).

Figura 10 – Cálculo da área do rio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

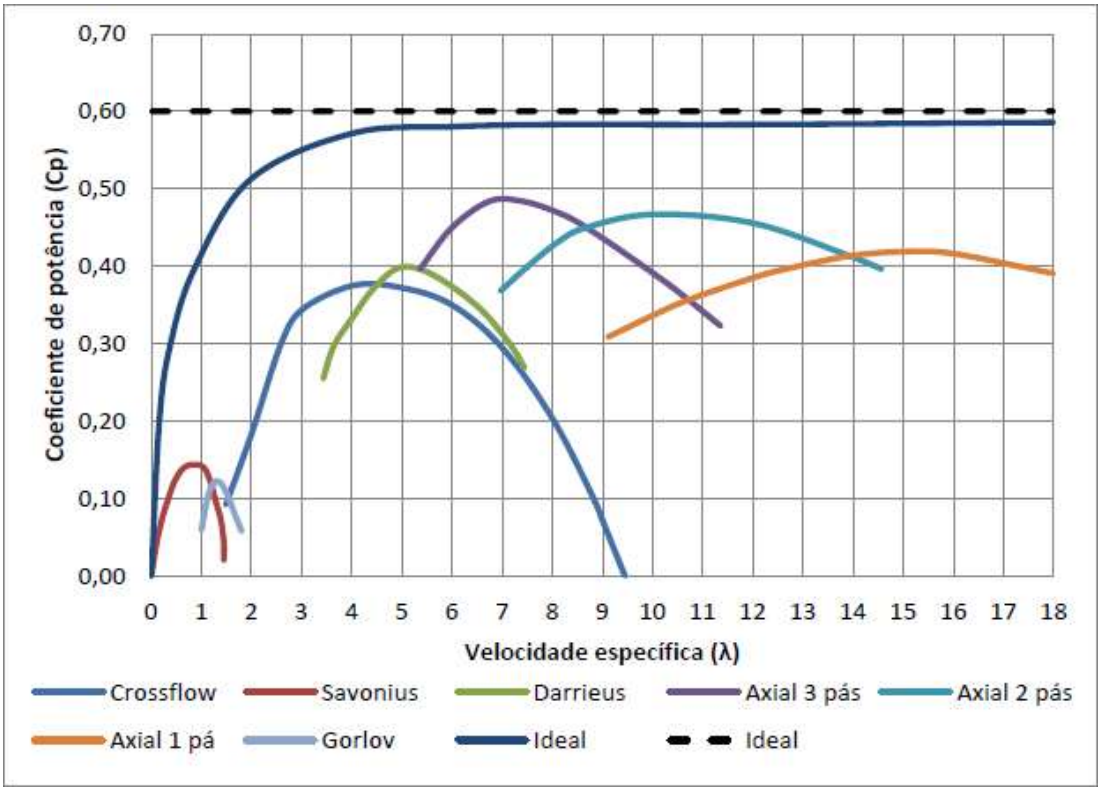
$$A = \frac{(B+b)*h}{2} \quad [m^2] \tag{9}$$

Para o cálculo da potência que poderá ser convertida por uma turbina, multiplicou-se a potência hidráulica disponível pelo C_p (Coeficiente de potência) da máquina (equação 10), parâmetro adimensional relacionado unicamente com a turbina. Seu limite é o mesmo que as turbinas eólicas, o limites de *Betz*, que indica o limite desse coeficiente em um valor teórico de 59,3% (Brasil Junior, 2022).

$$P_{hk} = C_p * P_{hkb} \text{ [W]} \tag{10}$$

O coeficiente de potência está relacionado com o tipo de turbina que será utilizada e a velocidade específica (λ) das pás. Como alguns dos conceitos utilizados que dizem respeito a turbinas hidrocinéticas também são utilizados para turbinas eólicas, o mesmo ocorre nos tipos de turbinas existentes, mantendo as especificações de turbinas eólicas conforme Figura 11 (Botan et al., 2016).

Figura 11 - Curvas características de Cp em relação a λ e o tipo de turbina.



Fonte: Botan et al., 2016.

O tipo de turbina escolhida para este caso foi a turbina de fluxo axial, da qual o eixo é paralelo ao deslocamento do fluído, com 3 pás, já que este apresenta o maior C_p dos tipos de turbinas convencionais. O C_p desse tipo de turbina varia entre 40 e 50% a depender da velocidade específica (λ) das pás que varia conforme o produtor (Pires Filho, 2023). Assim, atribui-se a 50% o valor do coeficiente de potência das turbinas.

Portanto, a potência elétrica total da implementação proposta será dada pelo somatório das potências das turbinas (equação 11):

$$Pt_{hk} = \sum_{1}^{nt} P_{hk}i \text{ [W]} \quad (11)$$

Dessa forma, calculamos a energia elétrica possível de ser produzida no parque (equação 12) (McGlynn, 2014):

$$E = Pt_{hk} * F_C * \Delta T \text{ [W]} \quad (12)$$

Onde Fc é o fator de capacidade, obtido através da relação entre a energia elétrica possível de ser produzida e a energia elétrica gerada em um ano completo com a velocidade máxima para geração.

De acordo com McGlynn (2014), o fator de capacidade para empreendimentos hidrocinéticos em um rio varia de 65% a 95% a depender principalmente da velocidade do rio. Para avaliarmos uma proximidade do máximo possível que poderia ser produzido por turbina já considerando a variação da velocidade do rio conforme fenômenos hidrológicos, o valor do fator de capacidade será de 90%. A variação de tempo (ΔT) é atribuída pelas horas de funcionamento da turbina em um mês.

A vida útil de uma turbina hidrocinética varia conforme a resistência do material, a vazão da água e o tempo de implementação. Para encontrar a probabilidade de falha durante T anos, utiliza-se a equação 13 (Kumar & Sarkar, 2016).

$$P_t(T) = 1 - [1 - P_t\,(Y_e)]^T \tag{13}$$

Onde $P_t(T)$ é a probabilidade de falha em T anos e $P_t\,(Y_e)$ a probabilidade de falha por ano. Conforme Kumar e Sarkar (2016) atribuindo T = 1 e 20 anos após a implementação da turbina, o valor de $P_t(T)$ encontrado foi de $2{,}546 * 10^{-4}$ e o de $P_t\,(Y_e)$ de $5{,}1 - 10^{-3}$. Portanto, foi evidenciado que as turbinas hidrocinéticas começam a apresentar falhas, em média, após 20 anos da implementação, variando com crises climáticas.

4.2.3 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

O valor restante do consumo total da comunidade foi dividido por 30 para assumir o consumo diário da comunidade. O consumo restante, entretanto, não considera a eficiência do sistema e do inversor. Para tal foi calculada a energia real gerada (E_r) considerando a eficiência do sistema e do inversor, conforme equação 14.

$$E_r = \frac{Consumo\ total}{R * h} \tag{14}$$

Onde: R = Rendimento do sistema fotovoltaico; e η = eficiência do inversor. O rendimento global de um sistema fotovoltaico (R) é, em média, de 89% (BlueSol, 2017). A eficiência geral dos inversores no mercado é de, em média, 95% (Maimoni e Cardoso, 2020).

A partir disso, calculou-se também a perda de potência pico por temperatura ($L^{\circ}C_{pmax}$) (equação 15) que relaciona o coeficiente de temperatura da potência máxima da placa com a temperatura média local, avaliada em 25,75ºC (INMET, 2025). Com esse valor, encontrou-se a geração de energia elétrica real da placa solar (equação 16) multiplicando o rendimento do módulo por sua potência total.

$$L^{\circ}C_{pmax} = Temperatura\ local * Coeficiente\ de\ temperatura \quad (15)$$

$$W_{pc} = (1 - L^{\circ}C_{pmax}) * W_p \quad (16)$$

Com base na geração de energia elétrica de cada painel corrigida e no consumo diário corrigido da comunidade, foi possível calcular a quantidade de módulos fotovoltaicos (N_p) necessárias utilizando a equação 17. Onde: HSP_k = valor de radiação solar corrigida. Para calcular o valor de radiação solar corrigida utilizou-se o valor da irradiação solar do local Tabela 1 corrigido a partir da Tabela 2 (Cardoso, 2019) que retorna os Fatores de Correção da Radiação por Inclinação (k). Utilizando a angulação de 40º, a mais próxima dos dados da CRESESB, encontrou-se o valor de radiação solar corrigido Tabela 3 para o sistema fotovoltaico no Quilombo Ivaporunduva utilizando a equação 18.

Tabela 2 - Fatores de correção da radiação por inclinação.

35º	0,83	0,91	1,02	1,14	1,22	1,22	1,17	1,1	1,01	0,91	0,83	0,8
40º	0,78	0,87	1	1,13	1,22	1,23	1,17	1,09	0,98	0,87	0,78	0,75
45º	0,72	0,82	0,97	1,11	1,21	1,22	1,16	1,07	0,95	0,83	0,73	0,69

Fonte: Cardoso, 2019.

Tabela 3 – Irradiação solar corrigida utilizando os fatores de correção por inclinação.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3,34	4,01	4,45	5,01	4,89	4,54	4,24	4,56	3,56	3,15	3,10	3,18

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

$$N_p = \frac{E_r}{W_{pc} * HSP_k} \quad (17)$$

$$HSP_k = HSP * k \quad (18)$$

Multiplicando a quantidade de módulos por suas respectivas potências, foi possível obter a potência total do sistema. Para o dimensionamento do inversor, é necessário que a soma da quantidade de potência suportada pelo inversor seja ligeiramente maior que a potência total do sistema. A partir disso, foi calculado a quantidade de inversores necessários.

O arranjo dos módulos determina a tensão e a corrente do sistema. Módulos em série aumentam a tensão, enquanto módulos em paralelo aumentam a corrente do sistema. Para calcular a potência total de cada conjunto de módulos, basta multiplicar pela quantidade de módulos naquele arranjo.

Com a quantidade de inversores e a quantidade de placas, falta calcular a corrente dos sistemas para alocar as baterias. Foi possível encontrar a corrente dividindo a potência total de cada conjunto de painéis do sistema pela tensão de 12V, que é a tensão suportada pela maioria das baterias encontradas no mercado.

Para o dimensionamento do sistema fotovoltaico da comunidade, foram selecionados os seguintes componentes comerciais como base de cálculo:

- Módulo Fotovoltaico: Foi adotado o painel Canadian Bifacial de 570W (ENERGIA TOTAL, [s. d.]).
- Inversor: Utilizou-se o Inversor Carregador Felicity Solar de 5kW 48V (MINHA CASA SOLAR, [s. d.]).
- Baterias: Para o banco de armazenamento, foram selecionadas as baterias solares Moura de 162Ah (MINHA CASA SOLAR, [s. d.]) e 234Ah (MINHA CASA SOLAR, [s. d.]), cujas especificações técnicas foram utilizadas para calcular a autonomia do sistema.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Pesquisa de Campo

Para a realização da imersão no Quilombo Ivaporunduva, foi realizada a viagem até a comunidade durante os dias de 1 de agosto a 4 de agosto de 2025, totalizando 4 dias em que o pesquisador, e os outros bolsistas envolvidos na proposta, aplicaram os questionários e vivenciaram o dia a dia da comunidade, incluindo os eventos realizados na data, como o futebol das comunidades do Vale do Ribeira (Figura 12).

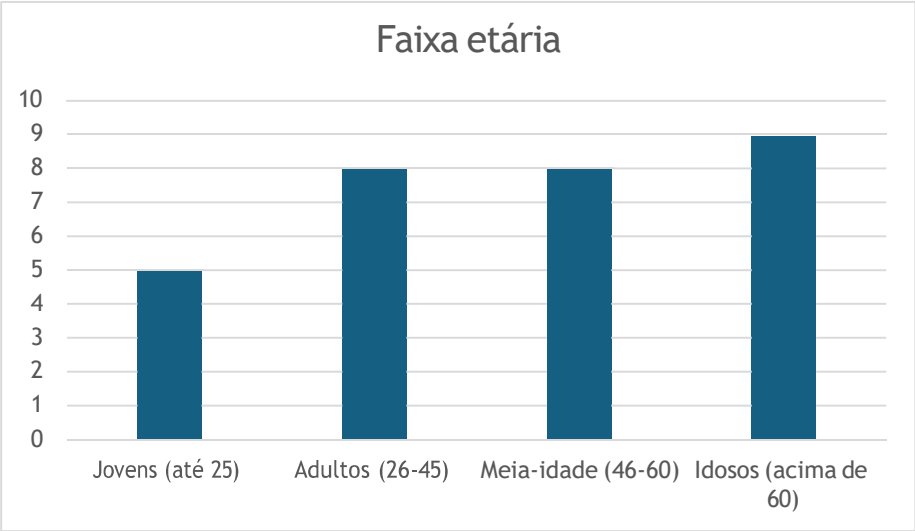
Figura 12 – Foto durante final do campeonato das comunidades do Vale do Ribeira.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

No total, foram questionados 30 quilombolas do Quilombo Ivaporunduva, evitando entrevistar mais de uma pessoa por casa. A maioria dos entrevistados concentrava-se na faixa etária com idade entre 25 anos e 60 anos, enquanto jovens e idosos foram menos entrevistados (Figura 13).

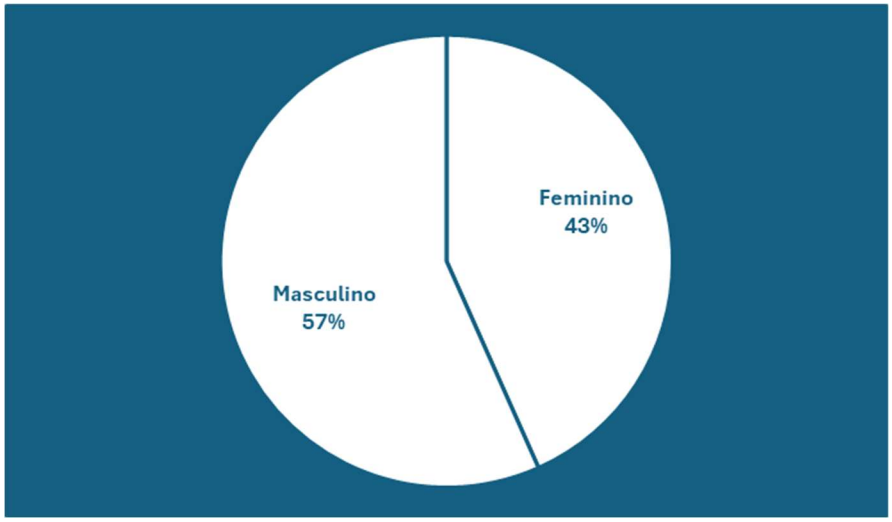
Figura 13 – Faixa etária dos entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Dos entrevistados, 57% (17 pessoas) se identificaram com o gênero masculino, enquanto 43% (13 pessoas) se identificaram com o gênero feminino (Figura 14).

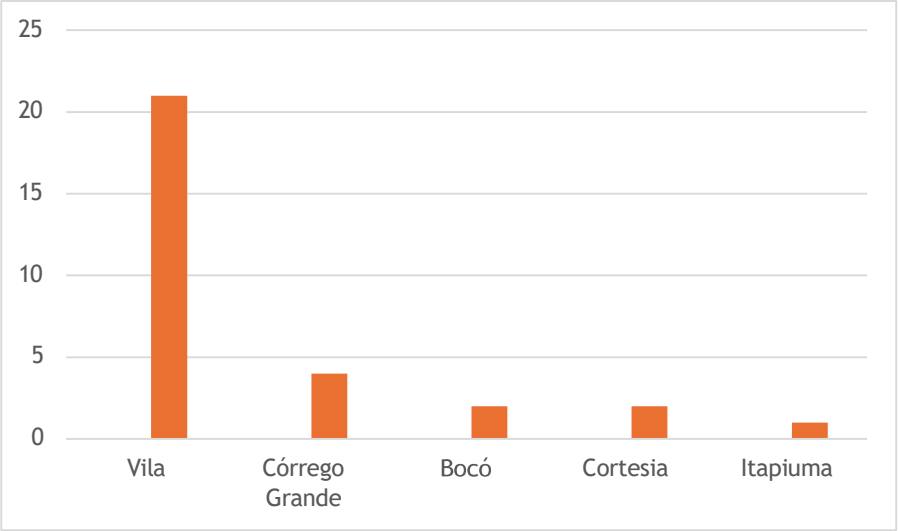
Figura 14 – Gênero dos entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A região mais entrevistada foi a região da vila, onde também se concentram a maior parte das residências da comunidade e a igreja da comunidade, principal ponto de referência. Em menor quantidade, outras partes da comunidade foram entrevistadas, mas em maioria aquelas adjacentes à vila (Figura 15).

Figura 15 – Região dos entrevistados.

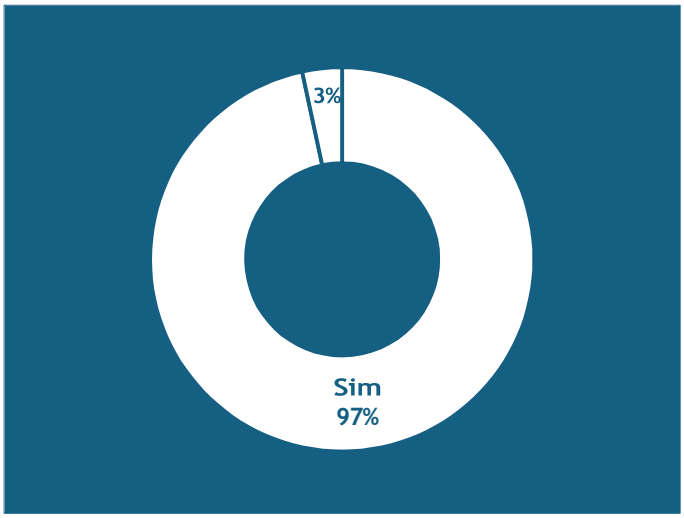


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A respeito dos problemas de energia, os resultados encontrados confirmaram a teoria. Atualmente a comunidade sofre constantemente com quedas de energia, principalmente em períodos de mudanças de clima. Ao total, 97% dos entrevistados (Figura 16) relataram esse tipo de problema, com exemplos de situações em que ficaram um total de 12 dias sem acesso à energia elétrica. Ademais, relatos de mal atendimento da concessionária e demora para reestabelecimento da energia elétrica também foram identificados.

A interrupção repentina do sistema de distribuição de energia elétrica ocasiona diversos prejuízos para a comunidade. Em conversa sobre esses prejuízos, foi apontado que um dos quilombolas utiliza de um aparato de oxigênio no dia a dia, enquanto outros utilizam de medicamentos para diabetes que necessitam ser armazenados em refrigeradores, além do posto de saúde da comunidade que em períodos sem energia fica parcialmente inutilizável. Ou seja, a demora para a manutenção dos cabos e as quedas constantes coloca em risco a vida de alguns moradores, principalmente dos mais idosos.

Figura 16 – Enfrenta problemas com energia?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Ainda sobre os problemas de distribuição de energia na comunidade, 87% dos entrevistados (Figura 17) consideraram a conta de energia cara. Dos que discordaram dessa opinião, eles apontaram que usufruem de tarifas sociais que reduzem grande parte dos custos com energia.

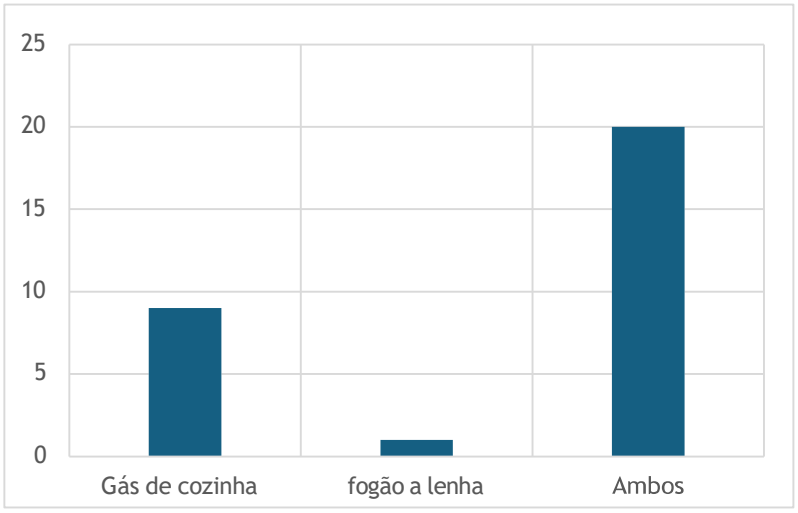
Figura 17 – Respostas da pergunta: Considera a conta de luz cara?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A maior parte das casas quilombolas entrevistadas utilizam tanto de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) quanto o fogão a lenha. Das que utilizam apenas um combustível em sua cozinha, o mais utilizado é o GLP (Figura 18).

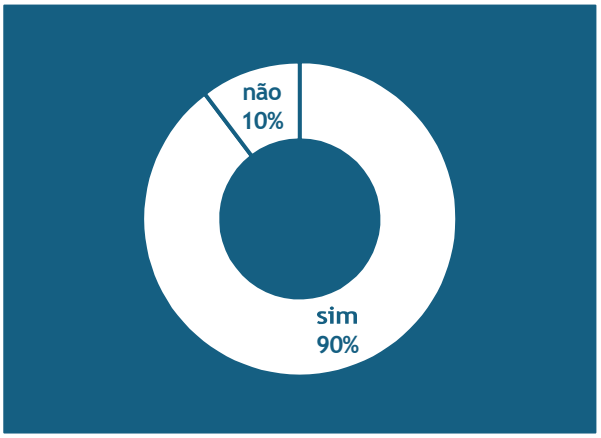
Figura 18 – Tipo de combustível utilizado na residência.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Sobre o preço do botijão de gás na comunidade, a maior parte dos entrevistados confessaram pagar R$ 135,00 em cada um, enquanto em Eldorado, município mais próximo da cidade, o preço é de R$ 120,00. Dos que utilizam gás de cozinha, 90% consideravam caro a quantia paga nos botijões de gás (Figura 19).

Figura 19 – Respostas da pergunta: Considera caro o preço do botijão de gás?



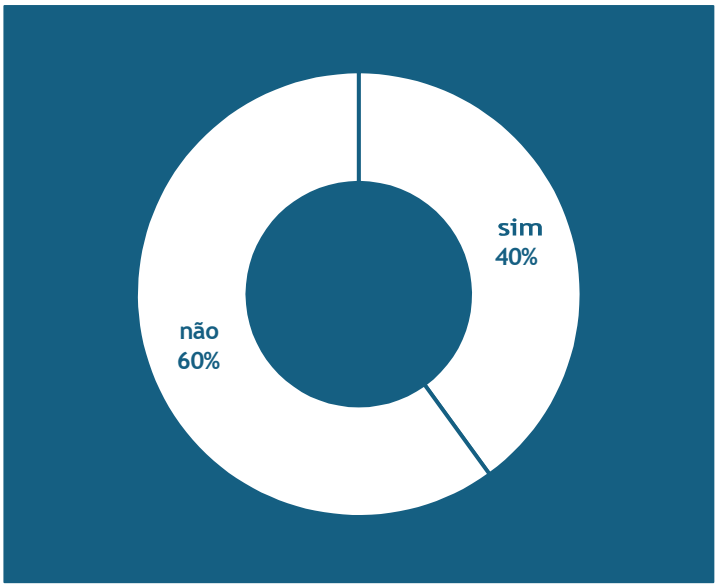
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O valor pago pelos Quilombolas realmente se mostra acima da média. De acordo com dados da Petrobras o preço médio do GLP no Brasil, mensurando a parcela da empresa, ICMS e a distribuição e revenda, é de R$ 110,28, denotando um preço aproximadamente 18% mais barato do que o pago na comunidade (Petrobras, 2025).

O descontentamento com a distribuição do GLP na comunidade fomenta a possibilidade da utilização de biogás produzido pela própria comunidade e destinado às cozinhas quilombolas. A substituição pelo biogás garante maior segurança por diversos fatores: sua composição, que é majoritariamente metano, possui densidade inferior à do ar. Essa característica impede que o gás fique retido em caso de vazamento, diferentemente do GLP, que é mais denso e se acumula em pontos baixos da residência. Além disso, o biogás detém uma temperatura de ignição mais elevada que o GLP, o que naturalmente dificulta a ignição em situações de escape (Paim, 2018).

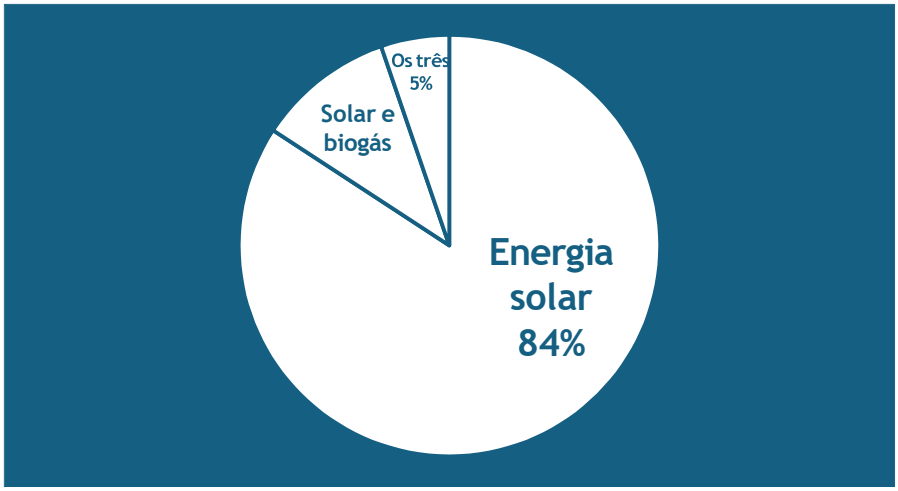
A maior parte dos entrevistados não conhecia as energias renováveis. Quando questionados se conheciam e sabiam o que eram energias renováveis, 60% responderam que não (Figura 20). Após o questionamento, foi recapitulado o significado das energias renováveis, a partir daí a maioria reconheceu a energia solar, pelas famosas placas solares, enquanto duas pessoas afirmaram conhecer energia de biogás e energia solar, e somente uma afirmou conhecer os 3 tipos de energia (Figura 21).

Figura 20 – Respostas da pergunta: Você sabe o que são energias renováveis?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 21 – Conhecimento dos tipos de energias renováveis incorporados no estudo.

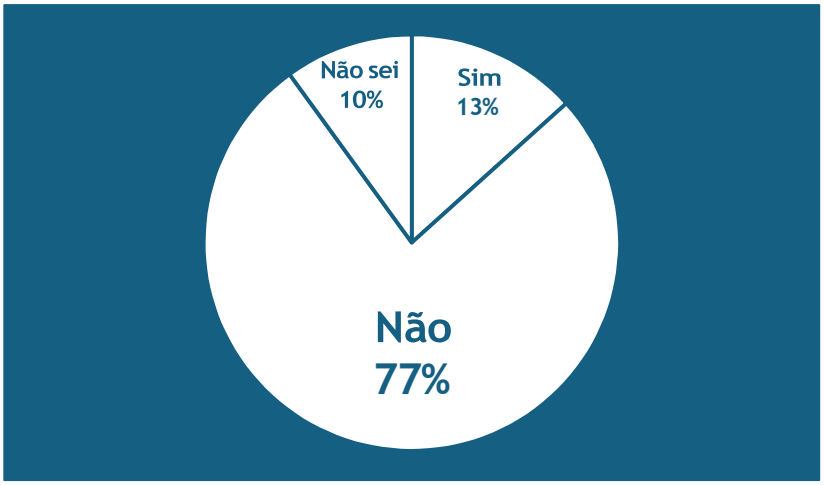


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Passado o conhecimento do que são as energias renováveis e quais são as propostas na pesquisa, foi questionado se os entrevistados acreditam que esse tipo de implementação pode causar algum malefício à comunidade ou ao meio ambiente. 77% disseram que não, 10% não sabiam e 13% disseram que sim, afirmando que todo tipo de implementação têm algum tipo de impacto (Figura 22).

É fato que nenhuma implementação é 100% limpa, todas detém algum tipo de impacto no meio ambiente, ainda que não seja durante a operação, podendo ser desde a mineração para conseguir os materiais necessário, até a desativação com a ausência de reciclagem dos materiais, como ocorre com os painéis fotovoltaicos.

Figura 22 – Energias renováveis pode causar algum malefício à comunidade?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Todos entrevistados demonstraram interesse sobre aprender mais sobre as energias renováveis. Quando questionados se seria bom para a comunidade aulas ou capacitações sobre energias renováveis e consumo consciente de energia, todos responderam que sim. Alguns relataram que gostariam de ficar por dentro da evolução do estudo, instigando a participação da comunidade no projeto. Entretanto, a maior dificuldade que os quilombolas entrevistados pautaram sobre a implementação das energias renováveis na comunidade foi a falta de conhecimento sobre esse tipo de implementação, seguido pelo recurso financeiro da comunidade e a aprovação dos demais quilombolas.

No sistema de distribuição de energia da comunidade ainda são utilizados postes de madeiras, conforme observado por Medeiros (2019). Estes postes não estão de acordo com as normas atuais e são um risco a segurança da comunidade.

Em entrevista informal com um dos moradores e coordenador da Equipe de Articulação e Assessoria às Comunidades Negras (EAACONE), José Rodrigues da Silva, foi identificado a importância da sustentabilidade e como a transição energética para energias renováveis é necessária. Em suas falas, José ressalta: “Sempre tivemos um sistema sustentável”, apontando que a utilização de energias renováveis está condizente com as diretrizes da comunidade

Nesta mesma entrevista José diz que “era um sonho colocar energias renováveis em todas as casas quilombolas” para que todos produzissem sua própria energia de forma sustentável e não tenham mais relações com as contas de energia impostas pelas concessionárias.

Dentro da comunidade há uma pousada para os turistas se abrigarem ao visitarem a comunidade. Na primeira ida do pesquisador à comunidade no ano de 2024 foi utilizada a pousada para se hospedar e, nesta época, a pousada ainda não contava com placas solares, mas era um desejo dos líderes da comunidade. Já durante a visita em agosto de 2025 para realizar o levantamento de dados, a pousada já havia instalado um sistema fotovoltaico *on grid* com 6 placas fotovoltaicas com o intuito de baratear a energia da pousada. O resultado foi de aproximadamente 50% de diminuição da conta de energia. Além disso, foi identificada uma tentativa de implantar um sistema fotovoltaico *off grid* com 3 placas solares no centro da vila, entretanto ocorreu um problema não identificado com a bateria e o sistema não está funcionando há algum tempo.

Ainda que não englobasse a proposta do presente estudo houve a preocupação sobre a energia eólica durante a prestação dos questionários. Uma Quilombola questionou se a

implementação de uma turbina eólica na comunidade também não seria viável, outro quilombola a complementou e disse que, provavelmente, a implementação das turbinas eólicas “poderia matar os pássaros e isso seria muito ruim”. Essa preocupação demonstra um pouco de como a comunidade se relaciona com a natureza e os animais, exaltando o cuidado imposto pelas comunidades originárias. Em contrapartida à pergunta, foi respondido pelo pesquisador que a rugosidade da região era alta devido a grande quantidade de árvores e morros, que impactam diretamente na velocidade da turbina e, consequentemente, na geração de energia elétrica, inviabilizando a instalação. Entretanto é válida a avaliação com parâmetros reais.

Ademais, dentre as respostas sobre a questão da visão da comunidade frente às energias renováveis, a maioria, ao final de sua resposta, ressaltou a preocupação da continuidade de projetos de energia. O impacto da descontinuidade de programas como o Luz Para Todos é um espelho dessa preocupação. A falta de retorno e de continuidade do projeto após a eletrificação não acompanha o crescimento da comunidade e nem a manutenção ou troca de postes com a atualização das demandas de segurança. Nessa vertente, é importante que os resultados da presente pesquisa retornem à comunidade e que sejam articulados integrando a comunidade, agregando o conhecimento no ramo das energias renováveis.

5.2 Dimensionamento Energético

Com 269 pessoas residentes na comunidade (IBGE 2022) foi calculada a média de todas as contas de energia encontradas, com permissão prévia, durante a aplicação dos questionários. A média retornou o valor de 70 kWh por casa como consumo mensal. Estimando que em uma casa more 4 pessoas, em média, foi possível identificar o total consumo de energia elétrica da comunidade no âmbito residencial, totalizando 4760 kWh mensais.

É evidente que muitos fatores possam alterar esse consumo, a variabilidade é uma preocupação. Entretanto, para fins de dimensionamento e, principalmente, avaliação econômica, foi necessário que todo o consumo da comunidade fosse reduzido a uma única carga, facilitando os cálculos e possibilitando a representação do sistema híbrido de energias renováveis.

5.2.1 Dimensionamento do Sistema de Biogás

Segundo a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente em matéria do G1 (2024) a geração de material orgânico por pessoa por dia é de, em média, 1,04 kg/dia. Sendo a quantidade de habitantes do Quilombo Ivaporunduva de 269 (IBGE,2022), estimou-se a produção total de 279,76 kg/dia de matéria orgânica na comunidade.

Ao aplicar os parâmetros de ST (0,12), SV (0,80) e rendimento (0,35 m³/kg) na equação 2, o volume de biogás potencial estimado para o Quilombo Ivaporunduva é de 9,39 m³/dia.

Considerando o teor de metano no biogás de 70% e o PCI do metano de 9,94 kWh/m³ (Angonese *et al., 2006*) obteve-se o valor de 6,96 kWh/m³ para o PCI do biogás.

Com estes dados, calculou-se o a geração de energia elétrica proveniente do motor gerador, com eficiência estimada em 30%. Resultando em 19 kWh/dia. O que equivale a uma geração mensal de, aproximadamente, 588 kWh.

Subtraindo a geração de energia elétrica utilizando biogás da demanda total estimada da comunidade, obtém-se o valor de 4172 kWh restantes para suprimento. Tal valor foi dividido entre a geração por energia hidrocinética e solar.

Essa geração foi calculada utilizando a menor média entre os valores encontrados na bibliografia, a fim de garantir maior confiabilidade nos resultados. Entretanto, é necessário levar em conta a intermitência dessa geração, pois a quantidade de dejetos por pessoa varia conforme os dias e qualquer obstrução nos encanamentos pode prejudicar seu funcionamento por tempo indeterminado.

Importante ressaltar também que a purificação do biogás, se realizada, aumenta o PCI do biogás e, consequentemente, a geração de energia elétrica. Não obstante, o lodo residual da geração de biogás pode ser reaproveitado pela comunidade como adubo, caso seja tratado. Dessa forma, contribuindo para uma rede ainda mais sustentável.

O tamanho do biodigestor está relacionado com a demanda da comunidade, esperando que ela se mantenha constante, foi possível estimar o volume do biodigestor em aproximadamente 6m³.

Apesar dos promissores valores da geração de energia elétrica utilizando biogás, durante a pesquisa de campo realizada na comunidade foi identificado que a rede de esgoto é inteiramente destinada a uma fossa, que é limpa a cada 15 dias. Na ausência de uma estação de tratamento de esgoto, há baixa garantia da qualidade do material orgânico que seria destinado ao biodigestor. Esse parâmetro configura-se como um fator limitante, comprometendo

parcialmente a generalização dos resultados. Ainda assim, abre a possibilidade de dimensionamento de uma fossa biodigestora.

5.2.2 Dimensionamento do Sistema Hidrocinético

A velocidade do rio foi adquirida pela equação 8 que descobre a velocidade média aproximada do rio através da relação entre a vazão (Q) e a área da seção transversal (A) do rio (Brasil Junior, 2022) de aproximadamente 1,32 m/s.

Percebe-se que a relação da área com a vazão é proporcionalmente indireta, ou seja, quanto maior a área menor será a vazão. Essa relação implica que com o rio em período de cheias, aumentando seu nível, espera-se uma redução na vazão e, consequentemente, a redução da geração de energia elétrica.

Utilizando a equação 7 e assumindo uma turbina com diâmetro de 1m (Área = 0,785 m²) e Cp de 50%, a potência efetiva por turbina é de 406 W.

Assumindo o valor de Fc = 90%, foi possível calcular a geração de energia elétrica gerada por turbina utilizando a equação 6. Totalizando 263,08 kWh/mês por turbina.

Levando em conta a demanda restante da comunidade de 4172 kWh, seria necessário pelo menos 8 turbinas para suprir metade da demanda da comunidade. Gerando o total de 2104 kWh por mês e faltando 2067,36 kWh da demanda total.

Sendo o diâmetro da turbina de 1m, estimando 3m de distância entre as turbinas, supõe-se que seja possível a alocação de até 32 turbinas hidrocinéticas nesta seção do Rio Ribeira de Iguape. Entretanto, o impacto ambiental das turbinas hidrocinéticas está diretamente ligada a utilização daquele rio, pois caso as 32 turbinas fossem alocadas, nenhum barco poderia passar por aquela região. Tendo em vista que os Quilombolas da região utilizam de barcos para atravessarem o rio, a quantidade de 8 turbinas hidrocinéticas cobre apenas ¼ da seção do rio, possibilitando a travessia e ainda assim garantindo o abastecimento de energia elétrica da comunidade.

5.2.3 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

A energia diária restante consumida pela comunidade foi calculada em 81,5 kWh/dia levando em conta o consumo corrigido. A partir disso, a potência corrigida do painel fotovoltaico utilizado, com base nas especificações dos painéis, foi de 527,42 W.

Com estes dados, a quantidade de placas solares necessárias para suprir a demanda da comunidade foi de 50 placas, totalizando uma potência de 28500 W. Para essa potência de sistema, foram necessários 6 inversores de 5 kW para supri-la, totalizando 6 conjuntos de módulos fotovoltaicos em série, dos quais:

- 4 arranjos com 8 painéis em paralelo, com 396 Ah cada.
- 2 arranjos com 9 painéis em paralelo, com 468 Ah cada.

Nos 4 arranjos com 8 painéis, para suprir a corrente foi necessário dimensionar o conjunto de baterias com: 1 baterias solar Moura de 162Ah (MINHA CASA SOLAR, [s. d.]) e 1 bateria solar Moura de 234Ah (MINHA CASA SOLAR, [s. d.]). Por outro lado, nos arranjos com 9 painéis foram necessárias 2 bateria solar Moura de 234 Ah para suprir a amperagem do arranjo.

Segundo Silva, Torres e Costa (2012) a vida útil dos sistemas fotovoltaicos podem durar até 20 anos. Entretanto, o principal componente que exige troca a curto prazo é a bateria do sistema. Importante ressaltar esse ponto pois atualmente na comunidade foi implementado um sistema fotovoltaico *off grid* com 3 módulos para atender parte da demanda da cúpula central da comunidade, entretanto, esse sistema está fora de funcionamento devido à queima de sua bateria.

Percebe-se que, para o dimensionamento fotovoltaico, dados mais precisos foram encontrados na literatura. Isto se deve, principalmente, pelos auxílios governamentais na comercialização desse empreendimento no Brasil, das pesquisas realizadas no país e o desenvolvimento da tecnologia.

5.3 Impactos Ambientais

Para analisar o impacto ambiental relacionado a utilização de biogás é preciso olhar, na verdade, para a emissão que ele evita. Em sua composição a presença majoritária é de metano (CH_4). O metano detém um índice de Potencial de Aquecimento Global (PAG) 21 vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2) e ele é emitido naturalmente para a atmosfera pela decomposição da matéria orgânica em aterros sanitários, estações de tratamento de esgoto ou por dejetos animais. Dessa forma, a utilização do biogás para geração de energia elétrica, evita que este gás escape para a atmosfera (Moraes, 2020). Além do mais, ao se usar o biogás em um motogerador, o metano é transformado em dióxido de carbono e vapor d'água através da

combustão durante a transformação da energia química em energia elétrica, reduzindo em até 21 vezes a emissão que seria feita de qualquer forma (Moraes, 2020).

Ainda assim, é evidente que a queima de biogás emite um componente que é nocivo para o meio ambiente: o dióxido de carbono, sendo este o principal impacto ambiental relacionado a essa geração de energia elétrica. Por outro lado, em comparação com motores movidos a gasolina, as emissões de dióxido de carbono foram, aproximadamente, 19 vezes menores. A eficiência também se mostrou menor, mas é compensada pela energia térmica disponível no motor movido à biogás que pode ser utilizada para outro destino, como o aquecimento de água (Machado, 2014).

A falta de dados precisos sobre os dejetos orgânicos providos pela comunidade inviabiliza também parte da segurança desse empreendimento. A presença de gases nocivos deve ser levada em conta durante um dimensionamento mais detalhado pois, caso chegue as cozinhas quilombolas, esses gases podem afetar a saúde dos ocupantes da cozinha. Neste caso, seria necessário um tratamento do biogás para que ele se aproxima-se das condições do gás natural, tal qual é a relação entre gás natural e biometano. Para os motores geradores o problema segue o mesmo, a presença de gases indesejáveis comprometem o funcionamento dos motores. Em ambos os casos, para uma análise ambiental mais profunda é necessário que a composição biogás gerado seja avaliada minuciosamente.

A respeito das turbinas hidrocinéticas, Kumar e Sarkar (2016) apontam que os efeitos das matrizes de turbinas hidrocinéticas nos níveis de água e em possíveis inundações são insignificantes, entretanto as bactérias fecais do local, a velocidade do rio e os níveis de sedimentos diminuíram significativamente, no montante e na jusante do rio.

Durante a implantação das turbinas é produzido um barulho considerável que pode afetar e atrapalhar a vida aquática local naquele momento, levando em conta que grande parte dos animais aquáticos se comunicam através de sons subaquáticos que podem cessar com essa fonte de som não natural. No geral, pode-se separar em dois tipos de ruídos, os ruídos hidrodinâmicos, aqueles gerados pelas pás das turbinas e/ou sua estrutura, e os ruídos mecânicos gerados pelas caixas de engrenagem e rolamentos. Os ruídos hidrodinâmicos geralmente se propagam em baixo d'água, enquanto os ruídos mecânicos fazem justamente o contrário, entretanto é mais fácil controlar os ruídos mecânicos melhorando os equipamentos de engrenagem das turbinas.

Ainda assim, foi observado que, após um curto período da implementação das turbinas, a vida aquática volta a frequentar o local com uma densidade aproximada da densidade inicial.

Já para os seres humanos, o ruído sonoro próximo a essas instalações é consideravelmente baixo e não impacta diretamente as comunidades próximas (Kumar & Sarkar, 2016).

Durante a pesquisa de campo, foi identificada a preocupação da comunidade sobre possíveis inundações com a instalação de turbinas hidrocinéticas no Rio Ribeira de Iguape, entretanto não foram encontrados indícios na literatura sobre o aumento do nível d'água com a inserção desse tipo de tecnologia.

Por outro lado, a instalação de turbinas flutuantes incapacita a travessia de barcos na seção implementada, tornando inviável a instalação de turbinas hidrocinéticas em grande quantidade no Rio Ribeira de Iguape, visto que é utilizado para travessias em barcos pequenos ocasionalmente. Possibilitando apenas a instalação em parte da seção definida, visto que as turbinas não podem ser alocadas em série, apenas em paralelo, devido a perda de velocidade após as turbinas.

Acompanhando o baixo impacto ambiental durante a operação das turbinas hidrocinéticas, os módulos fotovoltaicos seguem o mesmo raciocínio. Sua operação apresenta um impacto ambiental relativamente baixo em comparação com outros tipos de fontes, em sua maioria relacionados com a segurança da infraestrutura do sistema. Casos em que inversores pegam fogo após um curto-circuito, causado principalmente pela má instalação, são comuns no Brasil (Hein, 2022)

Em condições estáveis e de instalação confiável, os riscos à segurança e o impacto ambiental são baixos. Por outro lado, o maior impacto ambiental relacionado a placas solares é ao fim de sua vida útil. Após o encerramento da operação de um módulo fotovoltaico o descarte inadequado pode trazer um grande impacto ambiental na natureza (Tenório, 2025).

5.4 Avaliação Econômica

A avaliação econômica do dimensionamento do sistema se baseou principalmente no VPL de cada tipo de implementação separadamente utilizando a equação 1. O valor de tarifa de venda de energia até o ano de publicação da pesquisa é de 303,39 R$/ MWh (ANEEL, 2025).

Além da economia de energia através da autoprodução de energia elétrica, a implementação de turbinas hidrocinéticas também poderá agregar visibilidade ao turismo da comunidade, principalmente se for realizada a implementação das turbinas hidrocinéticas por serem uma inovação no Brasil, abrindo portas para implementações relacionadas e de menor impacto ambiental.

A presença de energias renováveis na comunidade garante uma outra área a ser explorada no turismo, o turismo de energias renováveis, pouco explorado na literatura. Esses tópicos podem ser ainda mais destacados caso a comunidade participe ativamente da implementação das energias renováveis, possibilitando o debate e a apresentação das energias renováveis e seu funcionamento caso eles possuam o conhecimento sobre.

Esse alinhamento da comunidade com a implementação garante também o fomento do turismo de base comunitária, que exige a participação da comunidade no turismo, tal qual ocorreria com a comunidade se tornando agente de conhecimento no âmbito das energias renováveis.

O afroturismo, consequentemente, é agregado da mesma forma, dando visibilidade a saberes e fazeres produzidos por autores negros e utilizados em comunidades negras.

Portanto, espera-se que com essa implementação o turismo da comunidade aumente, gerando mais renda para a comunidade e por conseguinte aumentando a venda do artesanato de banana.

Uma outra possibilidade, mas distante, é a inserção da comunidade no Ambiente de Contratação Livre de Energia (ACL). Caso as gerações utilizando turbinas hidrocinéticas se mostrassem altas após um levantamento topobatimétrico realizado na seção. Abre a possibilidade, se investigado pela comunidade, da venda de energia no ACL, agregando outro tipo de renda à comunidade. Entretanto essa possibilidade depende da geração real de energia elétrica através desse empreendimento e a disponibilidade do Rio Ribeira de Iguape para a inserção das turbinas.

5.4.1 Avaliação econômica do sistema de aproveitamento do biogás

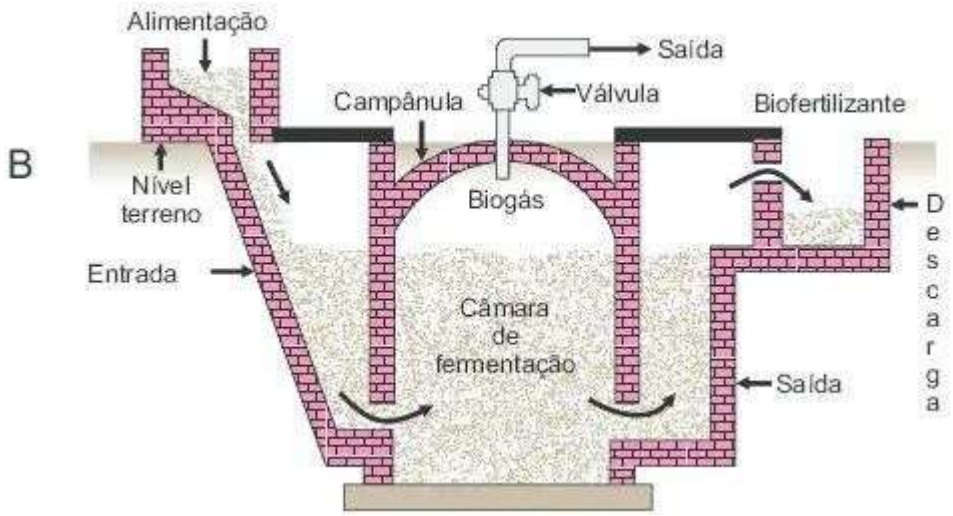
A fim de encontrar dados reais para avaliar economicamente o empreendimento de geração de energia elétrica utilizando biogás foi possível estabelecer contato com a empresa *Sotreq* através de uma reunião com duração de uma hora no dia 4 de novembro de 2025. Essa reunião abordou os aspectos econômicos da implementação e foi calculada a quantidade de tempo que o motor iria funcionar com a demanda diária calculada de biogás. Em um motor gerador de 15kV, ciclo Otto, que custa em torno de R$ 90.000,00, seria possível gerar energia por aproximadamente uma hora e meia, cerca de 20 kWh. Esse valor por dia é muito baixo e torna evidente a não atratividade econômica dessa implementação para gerar energia elétrica. Não o bastante, foi evidenciado nesta reunião a saturação do mercado de biogás para geração de energia elétrica. Atualmente, é preferência das empresas vender biogás do que queimá-lo

para gerar energia. Ainda assim, uma alternativa mais atrativa economicamente é a destinação do biogás para as cozinhas quilombolas, como substituto do GLP.

Com exceção do motor gerador, valores para o biodigestor foram encontrados na literatura. Entretanto, os valores foram muito altos e, visando uma economia maior, foi calculada a construção de um biodigestor caseiro tipo indiano (Figura 23) que segue o funcionamento de um reator UASB convencional, mas que é mais barato que um biodigestor já pronto (Mulheres do biogás, 2024).

O estudo realizado por Geddafa *et al.* (2023) pautou sobre a criação de biodigestores, em específico os equipamentos necessários, de forma aproximada, para a construção de um biodigestor de 6m³. Os materiais, suas quantidades e seus valores se encontram na Tabela 4 e totalizaram R$ 1773,6. Os valores na tabela foram atribuídos com base em preços do mercado virtual numa tentativa de se alcançar o mais próximo à realidade.

Figura 23 – Biodigestor modelo indiano.



Fonte: Mulheres do biogás, 2024.

Tabela 4 – Levantamento de custos de um biodigestor tipo indiano.

Materiais	Quantidade	Preço por unidade (R$)	Total (R$)
Cimento (50kg)	11	33,90	372,9
Areia (padiola)	12	28,00	336
Cano PVC (6 m e 70 mm de diâmetro)	2	55,00	110
válvula de gás (gasometer)	1	522,25	522,25
Barra de ferro (6 m e 8 mm de diâmetro)	7	23,90	167,3
Manta de proteção (12m²)	1	265,15	265,15
Total			1773,6

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A utilização do biogás em todas as casas traria um custo financeiro alto devido a criação de sistema de distribuição de biogás, que foge do escopo do estudo. Entretanto, a possibilidade mais simples e com maiores benefícios a curto prazo é a utilização do biogás na pousada que recebe os turistas. O pacote completo da hospedagem cobre café da manhã, almoço e janta, gerando um gasto considerável de GLP e lenha, tornando atrativa a alternativa de destinar o biogás produzido as cozinhas da pousada.

5.4.2 Avaliação econômica do sistema hidrocinético

Para a avaliação econômica das turbinas hidrocinéticas foi necessário estimar algumas variáveis utilizando como base valores de UHE e PCH devido à ausência da produção comercial de turbinas hidrocinéticas. Conforme Els *et al.* (2008) o custo unitário de uma turbina com potência de 1 kW é de R$ 15.000,00, enquanto o custo de construção do mecanismo de fixação é limitado em até 1/3 do custo da turbina. Dessa forma, o valor do custo unitário do sistema com 8 turbinas hidrocinéticas (C_{un}) é de aproximadamente R$ 120.000,00

Os parâmetros adotados conforme estimativa baseada em implementações de pequenas centrais hidrelétricas foram a taxa de desconto anual (k) e o Custo de operação e manutenção do projeto (C_{om}). O valor da taxa de desconto adotado foi de 10% para as turbinas hidrocinéticas, enquanto o custo de operação e manutenção do projeto foi de 4% conforme Santos (2019).

Dessa forma, o valor adotado da vida útil do empreendimento (m) foi de 20 anos.

Alocando as variáveis encontradas, o VPL do projeto encontrado detinha o valor negativo e consideravelmente baixo, demonstrando a impossibilidade econômica de aplicar esse investimento nos parâmetros atuais. Por outro lado, assumindo o valor do VPL para zero, para que haja minimamente algum retorno financeiro atrativo no empreendimento, o custo total do sistema hidrocinético deveria ser de, aproximadamente, R$ 48.000,00, desconsiderando os inversores necessários para alterar a corrente.

Os valores calculados demonstram que a viabilidade econômica do empreendimento existe, mas não enquanto não houver apoio governamental na produção brasileira de turbinas hidrocinéticas e enquanto pesquisas e estudos que reduzam os custos de turbinas hidrocinéticas não forem realizados e valorizados.

5.4.3 Avaliação econômica do sistema fotovoltaico

Alocando os valores dos materiais encontrados para o dimensionamento do sistema fotovoltaico, o valor total do empreendimento foi de R$ 74.564,72, conforme Tabela 5.

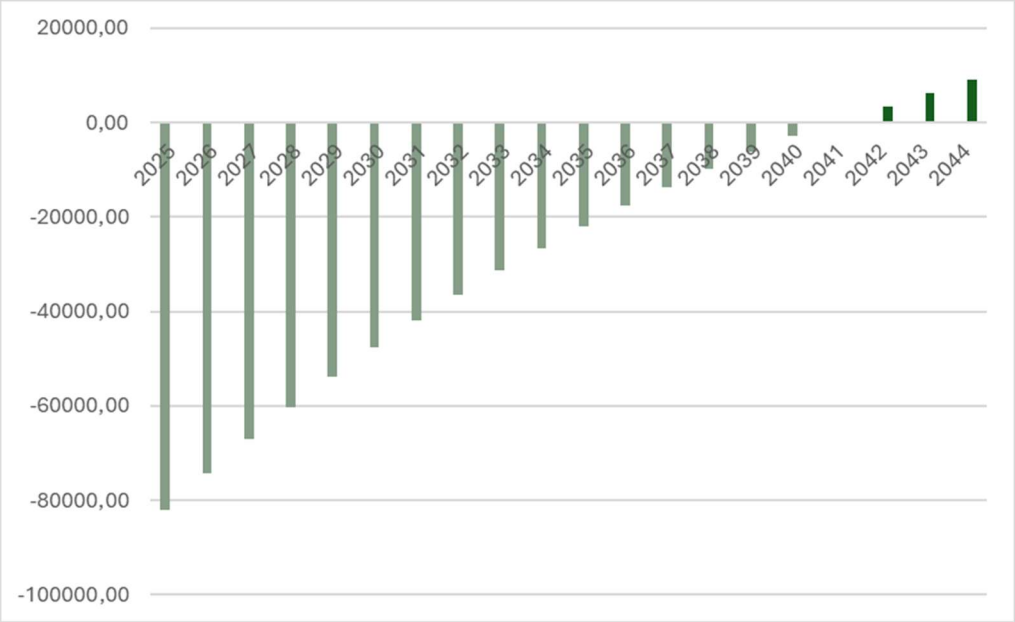
Tabela 5 – Levantamento de custos do sistema fotovoltaico.

Equipamento	Quantidade	Preço por unidade (R$)	Total (R$)
Painel solar	50	740,86	37.043,00
Inversor carregador	6	3.253,00	19.518,00
Bateria 234 Ah	8	1.610,96	12.887,68
Bateria 162 Ah	4	1.279,01	5.116,04
Total			**74.564,72**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A taxa de retorno anual para sistemas fotovoltaicos utilizada para o cálculo do VPL foi de 6% ao ano, conforme taxa da poupança de 2025 (Banco Central do Brasil, 2025), enquanto o custo de operação e manutenção de 1% do investimento inicial total (Kaligrou, 2016). Dessa forma, calculando o VPL total do empreendimento, estimando que o custo de instalação não passe 10% do custo total do sistema, espera-se o que o investimento inicial seja pago no 17º ano do empreendimento gerando uma economia de R$ 8.982,34 aos 20 anos do empreendimento (Figura 24).

Figura 24 – VPL Acumulado por Ano do sistema fotovoltaico.



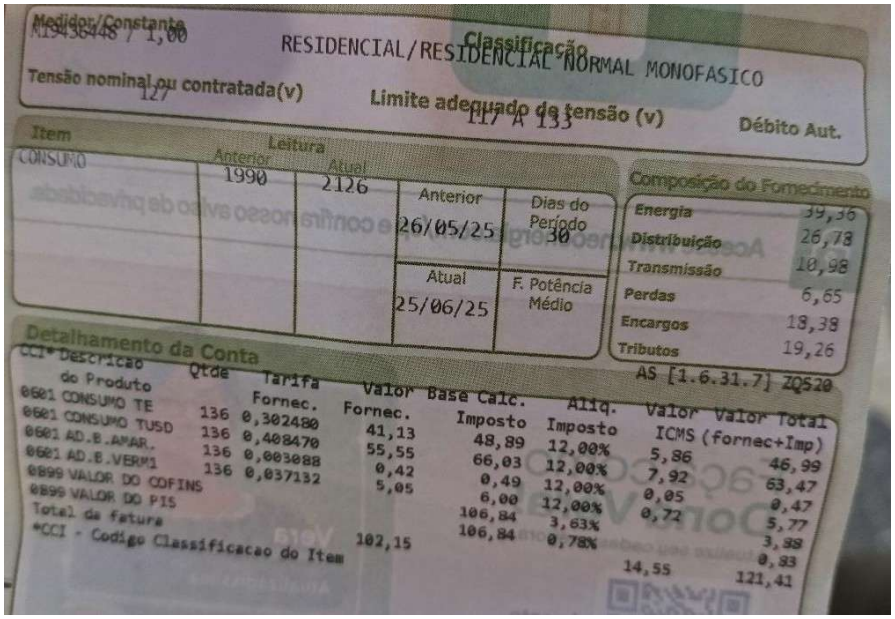
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Por outro lado, se aplicarmos uma taxa de desconto menos otimista, como a taxa Selic de 15% ao ano (Banco Central do Brasil, 2025) percebe-se que o empreendimento fica inviável ao longo dos 20 anos, resultando num VPL negativo.

Compreende-se que a viabilidade econômica do sistema fotovoltaico é possível, mas o alto custo dos periféricos que compõe o sistema, os inversores e as baterias, aumentam o custo do empreendimento significativamente, representando cerca de 50% do custo total do sistema.

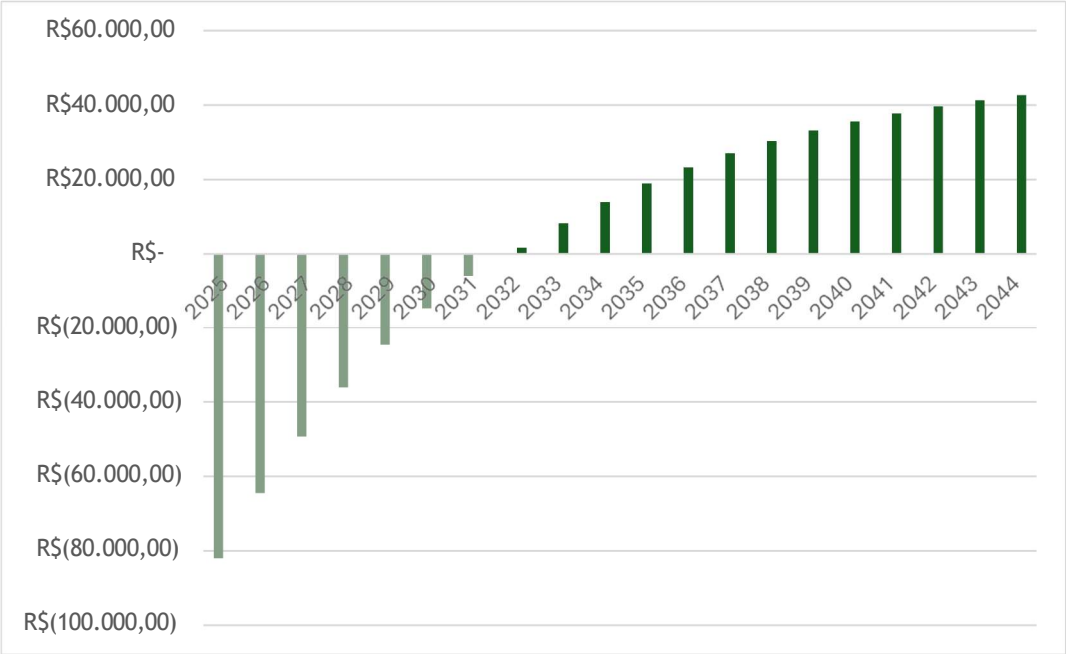
Entretanto, o cálculo do VPL utilizou apenas a tarifa de energia. Levando em conta que o sistema proposto é *off grid*, calculando o VPL utilizando a tarifa de energia (TE) e a tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) da conta de luz do mês de junho de 2025 de um dos quilombolas (Figura 25) o VPL se mostra muito mais promissor mesmo com a taxa de desconto aplicada em 15% (Figura 26), com o investimento inicial indicando retorno no 8º ano e gerando uma economia de R$ 42.689,54 aos 20 anos de empreendimento. Mas, é importante ressaltar que neste caso não está sendo levado em conta o custo do sistema de distribuição da comunidade que necessitaria de aprimoramentos neste caso.

Figura 25 – Conta de energia de um dos quilombolas de 25/06/2025.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 26 - VPL Acumulado por Ano do sistema fotovoltaico aplicando TUSD.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

6 CONCLUSÃO

"Se fôssemos brancos, já teria energia renovável aqui". Foi este o comentário de um quilombola da comunidade a respeito da implantação de energias renováveis no local. O conhecimento de como o racismo afeta a comunidade é difundido no Quilombo Ivaporunduva, não por teoria, mas por vivência, por anos de luta e resistência. Na areá das energias, não poderia ser diferente. O comentário evidencia a visão dos quilombolas sobre acesso à energia e deixa alguns questionamentos: se existisse uma proposta de comunidade sustentável, com as mesmas diretrizes e preocupações com o meio ambiente que uma comunidade de povos originários detém, e em suas exatas condições, mas que fosse composta totalmente por pessoas brancas, já haveria sido investido energias renováveis nesta comunidade? O acesso a esse tipo de energia seria facilitado? Ou seja, de que maneira o racismo estrutural interfere na atração de investimentos privados e públicos em energias renováveis? Percebe-se inclusive a incongruência na pergunta, onde lê-se "em suas exatas condições" está totalmente contradizente com "composta totalmente por pessoas brancas", pois jamais existiria uma comunidade branca nas mesmas condições que os povos originários.

Infelizmente, principalmente por falta de apoio financeiro, a falta de precisão nos dados utilizados para dimensionar o parque hidrocinético e o sistema de biogás foi evidente. Para maior precisão dos dados seria necessária a realização de um levantamento topobatimétrico que combine a topografia do relevo da superfície terrestre e a medição de profundidade do leito (batimetria) em uma única análise, para enfim encontrar os pontos com maiores vazões no Rio Ribeira de Iguape, na seção adjacente ao Quilombo Ivaporunduva. Além de uma análise minuciosa sobre os dejetos orgânicos da comunidade e a propriedade do biogás produzido a partir dessa proposta.

A média de geração de energia das casas entrevistadas foi de 70 kWh, portanto espera-se que uma parte da comunidade consuma menos de 80 kWh por mês. Abaixo deste valor, conforme lei 15.235 (Brasil, 2025), as casas quilombolas cadastradas no CadÚnico podem obter até 100% de desconto na conta de luz. Ou seja, pode-se pensar que uma alternativa para a comunidade é conscientizar o consumo de energia elétrica para se limitar a 80 kWh e reduzir em grande parte os gastos com energia elétrica.

Entretanto é necessário observar que essa alternativa detém várias fraquezas. Limitar o consumo de energia de uma comunidade inteira é preocupante. Se a energia é diretamente proporcional ao desenvolvimento econômico e social de uma comunidade, limitar a energia também é limitar o desenvolvimento dessa comunidade. Logo, é viável momentos de

conscientização sobre o consumo de energia elétrica na comunidade, mas com a consciência que essa solução não é prazerosa a longo prazo caso o intuito seja que todos os moradores limitem seu consumo até os valores de tarifas sociais.

Contudo, levando em conta uma das características que mais diferencia os povos originários da sociedade atual, o senso de comunidade, a adesão de algumas casas para tarifas sociais e, a movimentação social para que seja levantado o dinheiro para pagar as contas de luz de outras casas que não conseguem atingir essa meta, seria uma possibilidade atrativa para a comunidade como um todo e não necessitaria do rebaixamento do consumo de toda a comunidade.

A avaliação econômica revelou a atual a inviabilidade do sistema híbrido como um todo, entretanto, mostrou a viabilidade do sistema fotovoltaico.

O biogás proveniente dos dejetos orgânicos da comunidade se mostrou insuficiente, mas vale ainda a avaliação do principal material orgânico produzido na comunidade, a banana. Caso resíduos da banana, principalmente resíduos orgânicos da fábrica de banana da comunidade, sejam estudados na produção de biogás, talvez viabilize a geração desse empreendimento. Ainda assim, o elevado preço dos motores geradores a biogás inviabilizam muito qualquer implementação para geração de energia elétrica na comunidade a partir dessa fonte renovável.

Diferentemente, as turbinas hidrocinéticas apresentaram valores atrativos apenas quando o custo das turbinas é reduzido. A longo prazo, com a maior inserção dessa tecnologia no Brasil e com mais pesquisas nesse meio, espera-se que os custos sejam reduzidos. Para tal, também é imprescindível a produção nacional de turbinas hidrocinéticas.

A única parte do sistema que atualmente é atrativa economicamente é a instalação de placas solares, em específico do sistema integralmente *off grid*. Ainda assim, é faltante uma análise minuciosa sobre o atual sistema de distribuição de energia elétrica da comunidade, possibilitando uma análise mais precisa sobre a possibilidade de tornar a comunidade totalmente autônoma em energética elétrica.

Pode-se concluir desse resultado o mesmo que foi concluído das turbinas hidrocinéticas. O apoio governamental da inserção de placas solares no Brasil, assim como as pesquisas voltadas para tal e sua produção nacional, auxiliaram para o estado atual da comercialização de placas solares, possibilitando esse maior custo-benefício atrelado ao empreendimento. Mas, anos atrás essa possibilidade seria pífia, o que possibilita a esperança de, um dia, a viabilidade econômica do empreendimento como um todo, principalmente das turbinas hidrocinéticas.

Ainda assim, o maior impedimento para essa implementação, tal qual identificado pelos próprios moradores da comunidade, é o capital inicial para possibilitar qualquer uma das implementações e tornar a comunidade autossuficiente de energia.

Entretanto, é necessário discorrer ainda sobre a possibilidade da utilização de editais governamentais para financiar possíveis implementações. Tal assunto abordado nas entrevistas não formais retratou algumas possibilidades, entretanto não foram totalmente discorridas, tornando necessária uma pesquisa mais profunda em conjunto com os líderes da EAACONE (Equipe de Articulação e Assessoria às Comunidades Negras).

A avaliação dos impactos ambientais mostraram quais as vantagens de se utilizar dessas energias renováveis e como seus impactos ambientais são baixos no cotidiano da comunidade, estando alinhado com os movimentos de proteção ambiental praticados pelos povos originários.

Em conversas informais com a comunidade foi percebido o receio de alguns moradores perante pesquisadores que vão até lá, consomem sua cultura e história, utilizam tais informações para sua pesquisa e não retornam ou agregam nada para a comunidade com seus resultados. Fugindo dessa linha de raciocínio, os resultados obtidos nesta pesquisa visam ser devolvidos à comunidade, tornando-os agentes de conhecimento dentro do escopo proposto. Tal proposta também está alinhada aos resultados obtidos nos questionários, que apontaram que a maioria da população tem interesse no assunto e gostaria de aprender mais.

Contudo, no intuito de tonar a comunidade agente de conhecimento no assunto, é necessário um aprofundamento maior sobre cada tipo de energia renovável citado, além de outros tipos de fontes renováveis não citadas nesta pesquisa que as comunidades poderiam se beneficiar. Para tal, é proposta a iniciação da criação de vídeos educacionais dirigidos pelos alunos que auxiliaram no projeto, que serão disponibilizados aos líderes da Associação de Quilombos do Vale do Ribeira para que sejam repassados aos moradores e a quem bem entenderem. Os vídeos cobrirão toda a pesquisa e a metodologia realizada em cada tipo de levantamento, transferindo o conhecimento adquirido durante a pesquisa diretamente para a comunidade.

7 REFERÊNCIAS

ANA. **HIDROWEB v3.3.8361.0**. 2025. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa. Acesso em: 17 de setembro de 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Homologatória Nº 3.519, de 16 de setembro de 2025**. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20253519ti.pdf. Acesso em: 23 de setembro de 2025.

ANGONESE, A. R.; CAMPOS, A. T.; PALACIO, S. M.; SZYMANSKI, N. Avaliação da eficiência de um biodigestor tubular na redução da carga orgânica e produção de biogás a partir de dejetos de suínos. **An. 6. Enc. Energ. Meio Rural 2006**, Campinas, 2006. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100022&script=sci_arttext. Acesso em: 5 de novembro de 2025.

ARANTES, D. C., CARVALHO, S.R. **Bagaço de cana-de-açúcar: análise térmica e energética de biomassa**. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. DOI https://doi.org/10.14393/ufu.di.2014.480

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Remuneração dos Depósitos de Poupança**. Brasília, DF, 06 nov. 2025. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estatisticas/remuneradepositospoupanca. Acesso em: 19 de novembro de 2025

BILOTTA, P.; ROSS, B. Z. L. Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 275-282, 2016.

BLUE SOL ENERGIA SOLAR. **Os Sistemas de Energia Fotovoltaica**. [S. l.]: Blue Sol Energia Solar, 2017. e-book. Disponível em: https://www.plurale.com.br/site/estante-detalhes.php?cod=814. Acesso em: 6 nov. 2025.

BOTAN, A. C. B.; TIAGO FILHO, G. L.; CAMACHO, R. G. R.; DUARTE, P.M.; SANTOS, I. F. S. Energia hidrocinética: aproveitamento em correntes de baixas velocidades. **X Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**. p. 1–14, 2016.

BRASIL JUNIOR, A. C. P. *et al.* Turbinas hidrocinéticas fluviais: tecnologia, potencial hidrocinético e impactos ambientais. **Casa 73**, Brasília, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Despacho nº 5.145, de 28 de dezembro de 2023**. Aprova a Revisão dos Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Ribeira do Iguape... [S. l.], 28 dez. 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/dsp20235145ti.pdf. Acesso em: 30 de setembro de 2025.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 04 de março de 2025.

BRASIL. **Decreto nº 11.003, de 30 de março de 2022**. Institui a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11003.htm. Acesso em: 14 de outubro de 2025.

BRASIL. **Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003**. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por

remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 nov. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm. Acesso em 07 de março de 2025.

BRASIL. **Lei nº 15.235, de 8 de outubro de 2025**. Altera as Leis nºs 10.438, de 26 de abril de 2002, 12.111, de 9 de dezembro de 2009, e 12.212, de 20 de janeiro de 2010; e revoga dispositivos das Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 11.196, de 21 de novembro de 2005. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2025/lei-15235-8-outubro-2025-798121_publicacaooriginal-176682-pl.html. Acesso em: 3 de novembro de 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 07 de março de 2025.

BRASIL. **Lei nº 7.783, de 28 de junho de 1989**. Dispõe sobre o exercício do direito de greve, define as atividades essenciais, regula o atendimento das necessidades inadiáveis da comunidade, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7783.HTM. Acesso em: 15 de junho de 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 07 de março de 2025.

CARDOSO, L. **Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos**. Material de aula. Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Itajubá, 2019.

CBIOGÁS. **Panorama do biogás 2024.** Foz do Iguaçu, 2025. Disponível em: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2025/06/PANORAMA-DO-BIOGAS-2024.pdf. Acesso em: 15 de outubro de 2025.

CEYHAN, F. **Saiba mais sobre o Afroturismo**. Mundo & Turismo, 2024. Disponível em: https://mundoeturismo.com.br/saiba-mais-sobre-o-afroturismo/. Acesso em: 30 de setembro de 2025.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO (CBA). **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA Usina Hidrelétrica Tijuco Alto**. São Paulo, 2005.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/1997/res_conama_237_1997_regulamenta_licenciamento_ambiental.pdf. Acesso em: 07 de março de 2025.

CRESESB. **Potencial Solar - SunData** v 3.0. 2018. Disponível em: https://cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata. Acesso em: 08 de março de 2025.

CUNHA, A. C. et al. Simulação hidrodinâmica e avaliação de potencial hidrocinético: estudo da foz do Rio Matapi no Baixo Rio Amazonas - Amapá/Brazil. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v.1, nº 2, 2010.

ELS, R. H. V.; BRASIL JUNIOR, A. C. P.; VIANNA, J. N. S. Instalação de turbinas hidrocinéticas: viabilidade técnica e econômica. **VI Congresso brasileiro de planejamento energético**. P. 1-17, 2008.

ENERGIA TOTAL. **Painel Solar 570W Canadian Bifacial CS6W-570TB-AG TOPBiHiKu6**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: https://www.energiatotal.com.br/painel-solar/painel-solar-570w-canadian-bifacial-cs6w-570tb-ag-topbihiku6. Acesso em: 13 nov. 2025.

EPE. **Anuário estatístico de energia elétrica 2025 – Ano base 2024**, 2025. Disponível em: https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/. Acesso em: 15 de outubro de 2025.

FARIAS, J. P. B.; PIMENTEL, J. M. V.; SANTOS, L. C. Turismo étnico-afro: uma possível alternativa para empreendedorismo e empoderamento negro no Brasil. **Revista Conhecer**, v. 21, n. 2, 2021. https://doi.org/10.18472/cvt.21n2.2021.1867

FRIZERO, M. G. **Quilombo Ivaporunduva**. Belo Horizonte: FAFICH, 2016.

FUNDACE, **Modelagem técnica de engenharia [produto 2]**. [S. l], 2024. Disponível em: https://incibra.com.br/projetos/elaboracao-de-servicos-tecnicos-de-consultoria-para-modelagem-e-estruturacao-de-projeto-de-concessao-ou-parceria-publico-privada-ppp-no-setor-de-esgotamento-sanitario-no-municipio-de-sao-goncalo-do/ Acesso em: 29 de outubro de 2025.

G1**. Produção de lixo por habitante aumenta no Brasil**. [S. l.], 10 dez. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/12/10/producao-de-lixo-por-habitante-aumenta-no-brasil.ghtml. Acesso em: 29 de outubro de 2025.

GEDDAFA, T.; MELKA, Y.; SIME, G. Cost-beneft Analysis and Financial Viability of Household Biogas Plant Investment in South Ethiopia. **Sustainable Energy Research**. Ethiopia, 2023. Doi: https://doi.org/10.1186/s40807-023-00089-6

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas, São Paulo, 4.ed, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 14 de novembro de 2025.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. **Métodos e técnicas de pesquisa social**, v. 4, São Paulo,1999.

GOOGLE. Google Maps. **Mapa de localização do Quilombo Ivaporunduva**, Eldorado - SP. 2025. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/@-24.6388752,-48.407735,1554m/data=!3m1!1e3. Acesso em: 19 nov. 2025.

GUERRA, A. L. R. Metodologia da pesquisa científica e acadêmica. **Revista OWL**, Campina Grande, p.149-159, 2023.

HEIN, Henrique. Inversor pega fogo e causa princípio de incêndio em minimercado. **Canal Solar**, [S. l.], 21 dez. 2022. Disponível em: https://canalsolar.com.br/inversor-pega-fogo-e-causa-principio-de-incendio-em-minimercado/. Acesso em: 14 nov. 2025.

IBGE. **Territórios Quilombolas oficialmente delimitados, por Unidades da Federação, segundo status fundiário**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Quilombolas_e_Indigenas_por_sex

o_e_idade_Resultados_do_universo/Tabelas_de_resultados/ods/Tabela_de_resultado_02.ods. Acesso em: 04 de março de 2025.

IEA. **Brazil - energy mix**. Paris, 2022. Disponível em: https://www.iea.org/countries/brazil/energy-mix. Acesso em: 08 de março de 2025.

IEA. **Germany - energy mix**. Paris, 2022. Disponível em: https://www.iea.org/countries/germany/energy-mix. Acesso em: 08 de março de 2025.

INCRA. Quilombolas. **Diretoria de Territórios Quilombolas**, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/quilombolas. Acesso em: 05 de março de 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Portal do INMET**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/. Acesso em: 14 nov. 2025.

IPHAN. **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Inventário Cultural de Quilombos do Vale do Ribeira**. Superintendência do IPHAN em São Paulo. São Paulo, 2014.

KALIGROU, S. A. **Engenharia de energia solar**. 2. ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

KUMAR, D.; SARKAR, S. A review on the technology , performance , design optimization , reliability , techno-economics and environmental impacts of hydrokinetic energy conversion systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 796–813, 2016.

MACHADO, D. O. **Análise de desempenho de um motor ciclo Otto com biogás.** 2014. 80f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014.

MAIMONI, F. P.; CARDOSO, R. B. Análises de viabilidades econômicas para alternativas de utilização da energia solar em residência do Estado de Minas Gerais, Brasil**. Research, Society and Development, Minas Gerais**, v. 9, n. 8, e853986221, 2020.

MCGLYNN, J. River hydrokinetic energy overview**. ESMAP training program**, IFC, 2014.

MEDEIROS, Rodolfo Pereira. **Acesso à energia em comunidades tradicionais: estudo de caso do Quilombo de Ivaporunduva (Eldorado - SP)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Energia) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/D.106.2019.tde-25032020-103041.

MINHA CASA SOLAR. **Bateria Solar Moura 162Ah** - MS162AH. [S. l.: s. n., s. d.]-a. Disponível em: https://www.minhacasasolar.com.br/bateria-solar-moura-162ah-ms162ah-78827. Acesso em: 13 nov. 2025.

MINHA CASA SOLAR. **Bateria Solar Moura 234Ah - MS234AH (Antiga 220Ah)**. [S. l.: s. n., s. d.]-b. Disponível em: https://www.minhacasasolar.com.br/bateria-solar-moura-234ah-ms234ah-antiga-220ah-78829. Acesso em: 13 nov. 2025.

MINHA CASA SOLAR. **Inversor Carregador 5kW 48V 127V MPPT 100A Felicity Solar FL-IVEM5048-LV**. [S. l.: s. n., s. d.]-c. Disponível em: https://www.minhacasasolar.com.br/inversor-carregador-5kw-48v-127v-mppt-100a-felicity-solar-fl-ivem5048-lv-82985. Acesso em: 13 nov. 2025.

Ministério da Igualdade Racial. ODS 18 Igualdade Étnico-Racial. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/igualdaderacial/pt-br/assuntos/ods18. Acesso em: 02 de março de 2025.

MONTEIRO, T. S.; CAMPOS, J. S. A. S. O. C. **Sistemas Fotovoltaicos Isolados em Comunidades Quilombolas Remotas no Cerrado: Caso Pisco de Luz e a Sustentabilidade**. 2020. Monografia (Engenharia de Energia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020. 80 f.

MORAES, K. H. K. **Geração de eletricidade com biogás: estudo de viabilidade em estação de tratamento de esgoto no Paraná**. 2020. 81 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2020.

MOREIRA, H. C. et al. Diretrizes de capacitação para o uso de biogás de esgoto no Brasil. **Revista DAE**, V. 66, N. 2019, 2018. DOI:10.4322/dae.2017.021

MULHERES DO BIOGÁS. **Tipos de biodigestores: um guia simplificado**. [S. l.], 2024. Disponível em: https://mulheresdobiogas.org/blog/f/tipos-de-biodigestores-um-guia-simplificado. Acesso em: 29 de outubro de 2025.

MUNANGA, K. Superando o racismo na escola. **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade**. Brasília, 2005.

OIT (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO). **Convenção 169 sobre povos indígenas e tribais**. Genebra: OIT, 1989. Disponível em: https://www.oas.org/dil/port/1989%20Conven%C3%A7%C3%A3o%20sobre%20Povos%20Ind%C3%ADgenas%20e%20Tribais%20Conven%C3%A7%C3%A3o%20OIT%20n%20%C2%BA%20169.pdf. Acesso em: 07 de março de 2025.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 02 de março de 2025

OZÓRIO, R.C. Turismo de base comunitária e resiliência socioecológica em espaços territoriais protegidos e adjacências: uma revisão de metodologias aplicada. **Cadernos de Geografia**. Coimbra, 2022. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/cadernosgeografia/article/view/12128. Acesso em 30 de setembro de 2025.

PAIM, Juliana Vitório. **Aplicação do biogás produzido a partir de dejetos de gado leiteiro.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

PETROBRAS. **Como os preços são formados - Gás de cozinha (GLP)**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://precos.petrobras.com.br/w/glp/sp. Acesso em: 3 de novembro de 2025.

PIRES FILHO, V. A. *et al*. Implantação de uma turbina hidrocinética em uma comunidade da Amazônia. **Anais do Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial,** Vitória, 2023.

POSSETI, G. R. C. et al. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário – Parte 5: Biogás e emissões fugitivas de metano. **Revista DAE**, v. 66, n. 214, 2018. DOI:10.4322/dae.2018.042

QUILOMBOS DO RIBEIRA. **Quilombo Ivaporunduva**. Disponível em: https://www.quilombosdoribeira.org.br/ivaporunduva/inicio. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

SANCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**.** 3ª ed, São Paulo: **Oficina de Textos**, 2020.

SANTOS, I. F. S. **Análise técnica e econômica de parques hidrocinéticos com base em previsões numéricas (CFD) e dados experimentais**. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Itajubá, 213 p., 2019.

SILVA, E. T.; TORRES, E. A.; COSTA, C. A. Energização em comunidade isolada com sistema híbrido eólico e solar-fotovoltaico e erradicação da miséria: Estudo de caso de uma comunidade quilombola na Bahia. Revista **Eletrônica do Grupo de Pesquisa identidade!**, São Leopoldo, RS, v. 17, n. 1, p. 67-82, jan./jun. 2012.

SILVA, R. A.; COSTA, M. P. Avaliação do potencial de geração de biogás a partir de resíduos orgânicos urbanos. **Revista Engenharia Sustentável**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 23–38, jan./jun. 2022.

SOUZA, A. S.; ALMEIDA, P. S. de. **Licenciamento Ambiental da Usina Hidrelétrica de Tijuco Alto: a mudança da ordem dominante.** São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades/Universidade de São Paulo (EACH/USP), 2021.

TENÓRIO, C. L. G. **Análise da abordagem do meio socioeconômico nos estudos de impacto ambiental de empreendimentos de energia fotovoltaica na Paraíba**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal Da Paraíba, 97 p., 2025.

THIVES, L. P.; GHISI, E.; THIVES JÚNIOR, J. J. Regional inequalities in electricity access versus quality of life in Brazil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, p. 47–65, 2021. https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000300609

VEJA. **Bolsonaro é acusado de racismo por frase em palestra na Hebraica**. São Paulo, 6 abr. 2017. Disponível em: https://veja.abril.com.br/brasil/bolsonaro-e-acusado-de-racismo-por-frase-em-palestra-na-hebraica/. Acesso em: 19 nov. 2025.

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO APLICADO AOS QUILOMBOLAS DO QUILOMBO IVAPORUNDUVA

Nome:_____

Idade:_____

Mora na comunidade?_____

Número de moradores na casa:_____

Prezado(a),

Nós da Universidade Estadual Paulista (UNESP) do campus de Rosana (FEC/UNESP) o(a) convidamos a contribuir com a pesquisa intitulada "ENERGIAS RENOVÁVEIS NO QUILOMBO IVAPORUNDUVA – EQUÍLIBRIO ENTRE ENERGIA, MEIO AMBIENTE E ANCESTRALIDADE" com o intuito de engrandecê-la respondendo algumas perguntas a respeito das energias renováveis e suas aplicações na comunidade.

Para isso, gostaríamos de realizar um breve questionário, com perguntas simples sobre sua opinião e experiência relacionadas a energia.

Sua participação é voluntária e importante para que possamos desenvolver soluções que estejam alinhadas com os valores e necessidades da comunidade. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos, com total sigilo, garantindo que nenhum dado pessoal seja divulgado.

Desde já, agradecemos imensamente sua atenção e colaboração!

Atenciosamente,

Equipe de pesquisa, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Faculdade de Engenharia de Energia – Campus de Rosana

_____

Quilombo Ivaporunduva, 3 de agosto de 2025.

De qual setor/região você é:
- Vila
- Bocó
- Córrego Grande
- Cortesia
- Japonês
- Outro _____

Qual seu gênero?
- Masculino
- Feminino
- Prefiro não responder

Você considera cara a conta de luz?
- Sim
- Não
- Prefiro não responder

Você utiliza gás de cozinha ou fogão a lenha na sua casa?
- Gás de cozinha
- Fogão a lenha

Se utiliza gás de cozinha, você considera caro o preço do botijão de gás?
- Sim
- Não
- Prefiro não responder

Você sabe o que são energias renováveis?
- Si m
- Não
- Prefiro não responder

Se sim, quais destas energias você conhece?
- Energia Solar
- Energia hidrocinética
- Energia de biogás

Você acredita que esse tipo de implementação pode causar algum malefício para a comunidade ou para o meio ambiente?
- Sim
- Não
- Não sei

Você enfrenta problemas de energia na comunidade? Se sim, quais?

_____

_____

Você acredita que seria bom para a comunidade aulas/capacitação sobre energias renováveis e consumo consciente de energia? Se sim, por quê?

_____

_____

Qual a maior dificuldade em implementar energias renováveis na comunidade?

_____

Qual seu consumo médio mensal? _____

ANEXO A
CARTA DE ANUÊNCIA

CARTA DE PARCERIA

Declaro aos devidos fins que tenho conhecimento do projeto de pesquisa "ENERGIAS RENOVÁVEIS NO QUILOMBO IVAPORUNDUVA – EQUÍLIBRIO ENTRE ENERGIA, MEIO AMBIENTE E ANCESTRALIDADE" tema proposto pelo aluno do curso de engenharia de energia da Universidade Estadual Paulista – Campus de Rosana, Edson dos Passos, orientado pela Profa. Dra. Maria Claudia Costa de Oliveira Botan. Neste sentido declaro que permito a entrada do estudante no Quilombo Ivaporunduva por um período a ser determinado entre ambas as partes e me comprometo a disponibilizar e auxiliar no fornecimento de dados sobre a comunidade que forem necessários para a pesquisa.

_____, _____ de _____ de _____.

gov.br
Documento assinado digitalmente
IVONETE ALVES DA SILVA PUPO
Data: 24/09/2024 16:50:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Ivonete Alves da Silva Pupo

Coordenadora geral da Associação Quilombo Ivaporunduva