

ESCOLA FIRJAN Sesi LARANJEIRAS

TABOA ENERGÉTICA

Uma alternativa sustentável para geração de energia

Rio de Janeiro, RJ

2025



DOS SANTOS, Lorena Barreto Desiderio
MEDEIROS, Júlia Gomes da Silva

DOS SANTOS, Alexsander Cordeiro
ARRUDA, Tamires da Nóbrega Custódio

TABOA ENERGÉTICA

Uma alternativa sustentável para geração de energia

Relatório apresentado à 9ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação de Tamires da Nóbrega Custódio Arruda e coorientação de Alexsander Cordeiro dos Santos.

Rio de Janeiro, RJ

2025



RESUMO

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma nova fonte de energia: uma biomassa impregnada com óleo, que possa ser usada como alternativa a diferentes fontes energéticas, para auxiliar comunidades ribeirinhas sem acesso à energia e em regiões com apagões frequentes. Para isso, foram utilizadas três metodologias: a qualitativa, em que foi feita uma coleta de dados; a explicativa, em que os dados coletados foram analisados e um formulário online sobre o acesso à energia no estado do Rio de Janeiro foi desenvolvido; e a exploratória, na qual foram realizados testes com a biomassa e suas cinzas. O resultado obtido com o formulário foi que: é possível notar que há uma instabilidade energética no estado. Já com os resultados dos testes, foi possível descobrir o poder calorífico da biomassa, além de encontrarmos um resultado satisfatório com o teste de transformação das cinzas da biomassa em argamassa. Com base nisso, pode-se confirmar uma das hipóteses desenvolvidas: a biomassa é capaz de acender uma lamparina. Levando isso em consideração, os próximos objetivos deste projeto são: fazer uma pesquisa mais aprofundada e realizar/modificar mais testes, a fim de comprovar as hipóteses restantes e desenvolver um protótipo de lamparina em que a biomassa possa ser utilizada.

Palavras-chave: energia, biomassa, sustentabilidade



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	7
5 RESULTADOS OBTIDOS	9
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS	15

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados no Brasil e no mundo, sendo alguns: o ODS 7, energia limpa e acessível, que tem como objetivo garantir o acesso à energia, com preços acessíveis a todos, e aumentar o uso de fontes energéticas renováveis na matriz energética mundial; e o ODS 12, consumo e produção responsáveis, que tem como meta a redução da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem, reuso e o alcance do manejo sustentável e do uso eficiente dos recursos naturais.

A falta de acesso à energia, também conhecida como pobreza ou exclusão energética, desafio abordado pelo ODS 7, é um problema pouco discutido que ainda hoje assola inúmeras comunidades da população brasileira, especialmente as comunidades ribeirinhas no norte do país. Poucos deles têm acesso à energia e, os que têm, é por um período limitado, o que prejudica a saúde, a educação, o desenvolvimento econômico e social, agrava a desigualdade social e afeta a qualidade de vida de forma geral. Das 52 comunidades que existem no Médio e Baixo Madeira, região que abrange os estados de Rondônia e Amazonas, apenas 30 possuem algum ponto de energia (G1, 2023). Segundo dados divulgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), mais de 5 milhões de queixas relacionadas a interrupções no fornecimento de energia foram registradas em 2024. Já de acordo com o relatório do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), 11 estados brasileiros correm o risco de sofrer com apagões em razão da sobrecarga da rede elétrica, em cerca de cinco anos. Situações como essas — de apagões, instabilidade energética ou até mesmo a falta de acesso à energia — são prejudiciais à saúde, à educação, ao desenvolvimento econômico, agravando a desigualdade social, causando revoltas populares, ou seja, afetam a qualidade de vida de forma geral.

Levando isso em conta, encontramos uma forma inovadora e sustentável de gerar energia a partir de uma biomassa vinda da mistura de inflorescência com óleo. Essa mistura é o resultado da planta *Typha domingensis*, utilizada no filtro Typhalar, um filtro feito com o intuito de retirar o óleo presente em corpos hídricos. A planta sozinha

já é uma fonte energética, então, junto com o óleo, torna-se uma fonte de calor mais eficiente.

Já o descarte inadequado de resíduos, desafio abordado no ODS 12, causa diversos problemas ambientais, como a degradação do solo, a poluição do ar e da água, afetando a biodiversidade, além de ser um dos responsáveis pelo aumento do efeito estufa. E, somado a isso, entendemos que é nossa responsabilidade indicar a destinação das cinzas resultantes da queima dessa biomassa. Elas podem ser utilizadas para a produção de argamassa, tendo em vista que, em algumas argamassas, é utilizado cimento Portland (NESSI, 2024).

Uma das hipóteses deste trabalho é que o uso deste material irá permitir que as pessoas dessas comunidades, em situação de pobreza energética, possam ter acesso a uma energia sustentável com um custo baixo, melhorando assim sua qualidade de vida. Ou seja, essa biomassa é o resíduo de um projeto que promove a sustentabilidade, resíduo este que poderia ter sido descartado; entretanto, será reutilizado de forma inovadora e sustentável.

2 JUSTIFICATIVA

O uso deste material irá permitir que as pessoas de comunidades ribeirinhas, por exemplo, em situação de pobreza energética, possam ter acesso à energia, tendo em vista que muitas dessas regiões não têm esse acesso nem investimento nessa área, pelo fato de serem muito isoladas. Sendo necessário que elas usem alternativas mais baratas, como é o caso da nossa biomassa, que apresenta um custo consideravelmente baixo por já vir de um outro projeto, como mencionado anteriormente. O seu uso forneceria um bem-estar maior para essas pessoas.

Além de ser sustentável, essa biomassa também poderia ser usada por escoteiros em uma fogueira para se aquecer do frio, em lugares do interior onde ainda se usa lampião e até mesmo nas cidades, para auxiliar em situações em que ocorre um apagão.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Com base nisso, nosso objetivo é desenvolver uma nova fonte de energia que possa ser aplicada em regiões onde não há esse acesso, ou então, em lugares que sofram de escassez e instabilidade energética.

3.2 Objetivos específicos

- Aplicar essa biomassa em comunidades ribeirinhas
- Aplicar essa biomassa em regiões onde apagões são frequentes;
- Propor um destino sustentável para as cinzas geradas após o processo de queima.

4 METODOLOGIA

Na pesquisa, foram utilizadas as metodologias: qualitativa, que tem como objetivo a coleta e análise de dados; explicativa, que tem como objetivo registrar, analisar e entender a causa do fenômeno estudado; e exploratória, que visa preencher as lacunas ou dúvidas que surgem num estudo e procurar informações que ampliem a familiaridade com o assunto pesquisado.

Na metodologia qualitativa, nós procuramos em diversos artigos relacionados à biomassa e geração de energia, no Google Acadêmico, e utilizamos como referencial três artigos: Uso da biomassa na geração de energia elétrica (Fernandes, 2023); Biomassa e Energia (Goldemberg, 2009); potencial de complementaridade e geração de energia através da biomassa de resíduos agrícolas no Piauí (De Brito, 2023). Na metodologia explicativa, nós analisamos os dados obtidos com a metodologia qualitativa e formulamos um questionário online através do google forms, conforme mostra a figura 1, com o objetivo de analisar como está o acesso à energia no estado do Rio de Janeiro, que é composto pelas seguintes perguntas: Qual a sua idade? Em que região você mora? Você sofre com falta de fornecimento de luz? Quantas vezes faltou



luz onde você mora no último ano? Qual o maior período que você ficou sem luz no último ano?

Figura 1- Elaboração do questionário online.



Fonte: Elaborada pelas autoras.

Por fim, utilizamos a metodologia exploratória para fazer testes em laboratório com a biomassa, ou seja, por meio de experimentação. O primeiro que fizemos tinha como objetivo calcular o poder calorífico da biomassa, mas, antes, efetuamos um teste para calcular a variação de temperatura da biomassa e quanto tempo ela leva para queimar completamente. Para isso, utilizamos uma lata de alumínio cortada que continha 30 gramas de inflorescência sorvida de óleo de soja usado, 1,5 litro de água, uma caixa de isopor de 5 litros e um maçarico (Menezes; Melo; Mendes, 2017). Esse teste funciona da seguinte forma: primeiro colocamos 1,5 litros de água dentro da caixa de isopor, depois posicionamos a lata de alumínio cortada, que continha a biomassa dentro, no meio da caixa de isopor com água e por fim utilizamos o maçarico para queimar a biomassa, então calculamos a variação de temperatura da água, o tempo de queima da biomassa e a partir desses resultados fizemos o cálculo de poder calorífico, como será mostrado com os resultados.

A fim de que não tivéssemos lixo para o meio ambiente, pensamos em uma forma de reutilizar as cinzas da biomassa. E pensamos em fazer uma argamassa, pois, segundo o que pesquisamos, isso seria possível pois as cinzas podem ser usadas para gerar uma consistência maior à argamassa. Para a execução desse experimento, utilizamos: 2,08 gramas de areia, 1,00 grama de amido de milho e 0,20 grama de cinzas, 5 ml de água, um béquer, um vidro de relógio, uma espátula e um maceração. Primeiro misturamos todos os ingredientes secos dentro do béquer com a ajuda de uma espátula,

e então adicionamos a água e misturamos novamente, desta vez com o macerador e então depositamos a mistura final em um outro recipiente e aguardamos.

Após um período de análise do nosso projeto, decidimos executar um novo teste de poder calorífico e um novo teste de argamassa, o segundo teste de poder calorífico funcionaria da mesma forma que o anterior, para obtermos resultados mais específicos e atualizados, para esse teste utilizamos um maçarico, uma caixa de isopor com 1,5 litros de água, uma lata de alumínio cortada e dentro dessa lata colocamos 2 gramas de biomassa; entretanto diferencial desse segundo teste é que fizemos ele com a biomassa impregnada em diferentes tipos de óleo, sendo eles: óleo multiuso, óleo de soja limpo, óleo de soja usado e óleo diesel, também utilizamos pérolas de vidro de 3 mm para que o recipiente de alumínio em que a biomassa estaria não flutuasse.

Já para o segundo teste de argamassa, utilizamos 3,4 gramas de cinzas, 4,0 gramas de terra, 22,2 gramas de areia, 5,0 ml de água, um béquer, um vidro relógio, uma espátula e uma maceração. Primeiro misturamos os ingredientes secos dentro de um béquer utilizando um maceração, após atingir uma consistência ideal adicionamos a água e misturar novamente até atingir o ponto ideal, então deixamos descansar por um dia.

5 RESULTADOS OBTIDOS

Como dito anteriormente, criamos um formulário online para analisar como está o acesso à energia no Rio de Janeiro, e os resultados foram: grande parte dos participantes está na faixa dos 16 aos 50 anos e mora nas regiões da Zona Norte e Baixada. Também foi possível notar que uma pequena parcela de participantes respondeu que sofre com a falta de fornecimento de luz, cerca de 26,4%. Contudo, apesar da predominância de respostas ter sido negativa em relação à carência de fornecimento de luz, não é isso que podemos concluir ao observar a Figura 2.



Figura 2- Gráfico sobre as faltas de energia, no ano de 2024.



Fonte: Elaborada pelas autoras.

Na Figura 2, pode-se observar que a maioria das respostas indicou que falta energia de 0 a 5 vezes anualmente na casa de 66,7% das pessoas. Já na Figura 3, é possível concluir que, apesar das faltas de energia recorrentes observadas na Figura 2, o período em que essas pessoas ficam sem energia é relativamente curto — a grande maioria respondeu que o maior período que ficaram sem energia no ano de 2024 foi de um dia.

Figura 3- Gráfico sobre o período que os participantes ficaram sem energia, no ano de 2024.



Fonte: Elaborada pelas autoras.

Ao mesmo tempo em que obtivemos o resultado do questionário, também adquirimos os resultados do teste da variação de temperatura da biomassa e do poder calorífico. Após acendermos a biomassa com a ajuda de um maçarico medimos a temperatura da água no início e ao final do processo, observando uma variação de 8 °C. Próximo à chama, a temperatura aferida chegou a 60 °C, e o tempo total de queima foi de 30 minutos. No início do teste, o processo de acender o material levou cerca de 5 minutos, o que pode ser explicado pela presença de umidade na biomassa. Assim, a



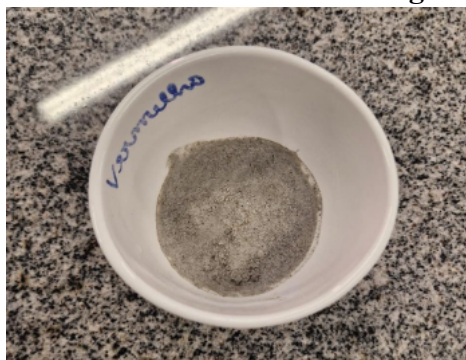
energia fornecida inicialmente é destinada à evaporação da água presente, antes de iniciar a combustão. Para calcular uma estimativa inicial do poder calorífico da biomassa produzida após o tratamento, usamos a fórmula abaixo para verificar a quantidade de calor absorvida pela água:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Após fazer esse cálculo dividimos esse valor pela massa da biomassa e chegamos ao resultado de 1.680 kcal/kg de poder calorífico.

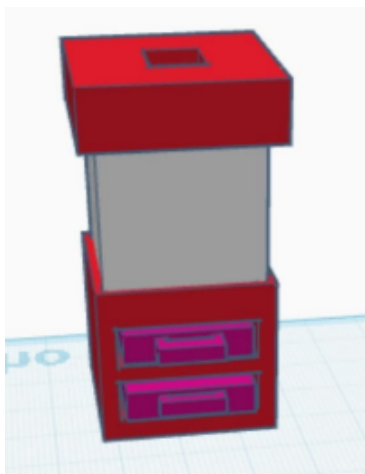
Em seguida, adquirimos o resultado do primeiro teste de argamassa, após dois dias aguardando notamos que a composição tinha endurecido, tinha uma coloração semelhante à argamassa, conforme mostra a figura 4, porém não atingiu a consistência ideal.

Figura 4- Resultado do teste de argamassa.



Fonte: Elaborada pelas autoras.

Levando em conta esses dois testes realizados inicialmente, tivemos a ideia de produzir um protótipo de lamparina em um aplicativo chamado Tinkercad, como mostrado na figura 5. Sua estrutura funcionaria da seguinte forma: a base terá duas gavetas. Na primeira, pretendemos colocar a biomassa, substância que será usada para acender a lamparina. Já a segunda seria onde a biomassa ficaria armazenada. Também pretendemos colocar um isqueiro elétrico para acender a lamparina de forma automática. Após o uso da lamparina, as cinzas seriam retiradas da gaveta e entregues na compra de mais biomassa.

**Figura 5- Protótipo de lamparina.**

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Por fim, conseguimos os resultados do segundo teste de poder calorífico e de argamassa. O cálculo desse segundo teste de PCI foi feito da mesma forma que o primeiro, porém chegamos a conclusão de que seria melhor anotar todos os dados obtidos em uma tabela no Excel, que está evidenciada na figura 6.

Figura 6- tabela com os dados observados durante o teste de poder calorífico

Dados constantes:				
Temperatura Inicial: 22°C				
Quantidade de água: 1500 gramas				
Massa da Taboa pura: 2 gramas				
Tempo para pegar fogo: 3/5 minutos				
Dados:	Óleo multiuso:	Óleo Diesel:	Óleo de soja usado:	Óleo de soja limpo:
Massa:	22,3 gramas	7,4 gramas	18,4 gramas	19,6 gramas
Temperatura final:	35°C	37°C	31°C	52°C
Variação de temperatura:	13°C	15°C	9°C	30°C
Tempo de queima:	26 minutos	9 minutos	35 minutos	26 minutos
Poder calorífico:	3660 kj/kg	12727 kj/kg	3071 kj/kg	9610kj/kg

Fonte: Elaborado pelas autoras

Já com os resultados do segundo teste de argamassa foi possível observar que após um dia que ela tinha endurecido, sua coloração ficou mais escura devido a terra, conforme mostra a figura 7, e que desta vez ela atingiu o resultado esperado.



Figura 7- Resultado do segundo teste de argamassa.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Diante disso, analisamos todas as informações obtidas e determinamos que seria necessário fazer algumas mudanças no protótipo, como a remoção de uma das gavetas, pois chegamos a conclusão de que ela não seria necessária, afinal a biomassa poderia ser armazenada em outro recipiente. Também desenvolvemos mais a ideia do protótipo, escolhendo quais materiais irão ser usados para sua elaboração, sendo eles: polietileno para fazer a base, gaveta e parte superior da lamparina, uma superfície feita de panela reutilizada, que ficará na gaveta e será onde a biomassa ficará depositada, espuma expansiva que ficará entre a superfície de metal e a gaveta para fazer um isolamento térmico a fim de que não aja nenhuma queimadura ao abrir a gaveta, por último, decidimos os materiais para a construção do isqueiro elétrico, que são: fio de cobre, módulo de carregamento USB, baterias, botão e um carregador de bateria duplo.



6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma nova fonte de energia que possa ser aplicada em comunidades ribeirinhas e em regiões onde os apagões são frequentes para auxiliar essas pessoas, melhorando assim sua qualidade de vida e contribuindo com o ODS 7. Também pretendemos utilizar essa biomassa como alternativa a diferentes fontes de energia e propor um destino sustentável para as cinzas geradas durante o processo de queima, a fim de reutilizá-las ao máximo, colaborando assim com o ODS 12.

Com base em nossas pesquisas, análises e testes efetuados, foi possível concluir e refutar algumas de nossas hipóteses: a biomassa pode acender uma lâmparina, ela pode ser aplicada em comunidades ribeirinhas e em regiões onde apagões são frequentes, entretanto ela não pode ser usada da mesma forma que o carvão tendo em vista que seu poder calorífico se assemelha ao do bagaço de cana-de-açúcar e da palha de arroz. Em relação às outras hipóteses, ainda não foi possível confirmá-las; é necessário fazer pesquisas e testes mais aprofundados, além de realizar modificações nos testes já feitos, como o da argamassa com cinzas. O próximo passo idealizado para nosso projeto, além de comprovar as duas hipóteses restantes, será testar o protótipo de lâmparina produzido e fazer melhorias no mesmo.



REFERÊNCIAS

DE BRITO, Thiago Felipe Nascimento; JUNIOR, Bartolomeu Ferreira dos Santos; ALMEIDA, Aryfrance Rocha. Potencial de complementaridade e geração de energia através da biomassa de resíduos agrícolas no Piauí. *Latin American Journal of Energy Research*, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 53–62, 2023. DOI: 10.21712/lajer.2023.v10.n2.p53-62. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/lajer/article/view/42097>. Acesso em: 10 abr. 2025.

FERNANDES, Matheus de Medeiros. Uso da biomassa na geração de energia elétrica. 2023. 11 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal Rural do Semiárido, Rio Grande do Norte, 2023

GOLDEMBERG, José. Biomassa e energia. 2009. 6 f. Artigo químico – Universidade de São Paulo, São Paulo, Recebido em 2008; aceito em 2009; publicado na web em 2009.

GUSTAVO. Apagões no Brasil: Mais de 5 milhões de Queixas em 2024. Disponível em: <<https://blog.jvcomm.com.br/2025/05/apagoes-no-brasil-mais-de-5-milhoes-de-queixas/>>. Acesso em: 31 maio. 2025.