PEI E.E. DESPORTISTA INALDO MANTA

Estrada municipal Andre Sanches Cuencas, SN - Curitibanos - Braganca Paulista

FELIPE AUGUSTO ANHOLETO; GIOVANA BUENO DA SILVA; NATÁLIA AMARYLIS DE OLIVEIRA SIMIONATO

# APOLUZ: Mangueira solar

Projeto apresentado a BRAGANTEC - Feira de Ciência e Tecnologia da região bragantina, organizada anualmente pelo Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Bragança Paulista, como requisito para avaliação pelo comitê técnico ou banco de avaliadores.

Orientador (a): Ana Carolina dos Santos Franco

DATA DE ÍNICIO: 03/2024

DATA FINAL (PREVISTA):10/2024

Dedicatória

Felipe: Dedico este trabalho aos meus pais, Alesandra Aparceida Destro Anholeto e Vanderlei Anholeto, dedico aos meus colegas que me ajudarama fazer o projeto, Ruan e Letícia, mas principalmente Natalia e Giovana, dedico também a professora Ana Carolina, mas principalmente ao meu futuro acadêmico, e minha sanidade mental. Todos esses pontos foram fundamentais para conseguir realizar o projeto.

Giovana: Dedico este trabalho primordialmente aos meus pais, Luciana de Cássia Bueno e Daniel Mariano da Silva, que, desde meus primeiros anos, se empenharam para me proporcionar o melhor que estava ao seu alcance, ademais do apoio, amor e conselhos em todas as situações da minha vida; à minha irmã, Emília Bueno da Silva Fernandes, que sempre foi um exemplo a ser seguido; e a todos os professores que passaram pela minha vida, que foram a base dos conhecimentos que detenho hoje, além de me encorajarem a enfrentar meus medos e a me sentir capacitada.

Natalia: Dedico este trabalho a meus pais por sempre me ajudarem e garantirem o meu bem-estar, e dedico este trabalho a meu futuro acadêmico onde este é somente o início dela.

Bragança Paulista

2024

Agradecimentos

Felipe: Agradeço a todos que me ajudaram a realizar este projeto, mas principalmente meus colegas, Natalia e Giovana, que aceitaram me ajudar neste projeto, e a professora Ana Carolina que me ofereceu esta oportunidade. Agradeço também a pshpshpsh (meu gato).

Giovana: Gostaria de agradecer, principalmente, à professora Ana Carolina dos Santos Franco pelo apoio incondicional e auxílio durante o trabalho, e aos meus colegas que participaram do projeto, Felipe Augusto Anholeto e Natalia Amarylis de Oliveira Simionato, que se comprometeram a dar vida à criação e se empenharam em ajudar pessoas que estão em situação de vulnerabilidade.

Natalia:  Agradeço primeiramente a Deus por ter me capacitado a participar desse projeto e colocar tantas pessoas boas em meu caminho. Agradeço a meu pai Deividi A.J.Simionato por me ensinar e tirar as minhas dúvidas durante a produção do projeto, agradeço a professora Ana Carolina dos Santos Franco, por acreditar em meu potencial e me tranquilizar quando precisei. Agradeço a minhas amigas Heloisa de Lima Silva, Maria Rita Pinto Oriole, Letícia Maria de lima e Mariane de Oliveira Fonseca, por terem me ouvido quando pensei em desistir e me incentivaram a fazer aquilo que seria melhor para mim.

Bragança Paulista

2024

# Sumário


**1. Introdução** ..... 6

**2. Objetivos e relevância do trabalho** ..... **7**

**3. Desenvolvimento do projeto** ..... 9

**3.1** Materiais ..... 10

**3.2** Custos ..... 12

**4. Resultados esperados** ..... 12

**5. Conclusão** ..... 14

**Referências bibliográficas** ..... 15

**Anexos 1** ..... 16

## RESUMO

Atualmente, o consumo de energia elétrica está aumentando devido ao desenvolvimento da tecnologia, o que gera diversas fontes de energia que poluem significativamente o meio ambiente com seus resíduos. Com isso em mente, o projeto Apoluz foi criado com base na reciclagem de garrafas PET e lixo eletrônico, criando um método de geração de energia elétrica. Utilizando mangueiras feitas de garrafas PET, o etanol que passa por elas aquece devido à incidência da luz solar. Esse etanol quente se transforma em vapor, que por sua vez expande e aciona uma turbina feita de garrafas PET, convertendo energia térmica (calor) em energia cinética (movimento) e, por fim, em energia elétrica. Seriam utilizados materiais de baixo custo, e as mangueiras seriam instaladas nas calhas, formato de calhas ou nos telhados para abranger uma área maior. O projeto Apoluz apresenta uma abordagem inovadora para a geração de eletricidade a partir da radiação solar, substituindo as tradicionais placas fotovoltaicas, que muitas vezes são inacessíveis para famílias em comunidades vulneráveis por condições financeiras e de acesso à informação e formação técnica sobre. A proposta utiliza materiais recicláveis ou sustentáveis, o que não apenas facilita a sua obtenção, mas também torna a geração de energia mais respeitosa com o meio ambiente. Dessa forma, busca-se democratizar o acesso à energia solar, permitindo que todos os cidadãos, independentemente de sua condição financeira, possam se beneficiar dessa fonte de energia limpa e sustentável.



Palavras chaves: Energia – Sustentabilidade – Acessibilidade;

## 1. Introdução

Nos dias de hoje, é crucial destacar que o consumo de energia tem atingido níveis alarmantes, com muitas fontes de energia sendo poluentes e incapazes de atender a demanda da população.

> "O conceito de pobreza energética não diz respeito somente à falta de distribuição de energia elétrica, mas ao acesso a serviços elétricos modernos. "Quando a questão é a dificuldade de se acessar os serviços modernos de energia, tais como a eletricidade e o gás liquefeito de petróleo (GLP), o popular gás de cozinha, temos, nesse caso, a manifestação da 'pobreza energética'", explica o professor Fernando de Lima Caneppele, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP." (UENO, 2024)

Inúmeras comunidades ainda enfrentam a falta de acesso à energia elétrica, recorrendo à queima de combustíveis fósseis, o que coloca em risco a saúde e segurança de seus habitantes. Nesse cenário, é fundamental considerar a eficiência e sustentabilidade das fontes de energia. Uma alternativa viável e sustentável é a utilização de placas fotovoltaicas, que possibilitam a geração de eletricidade a partir da luz solar. No entanto, o alto custo desses sistemas representa um desafio, com um kit básico chegando a custar cerca de R$17.000,00 a R$ 20.000 ("Kit energia solar: o que é, tipos, quanto custa e onde comprar", *et al* 2023). Além disso, a instalação dessas placas em comunidades carentes esbarra na falta de técnicos especializados disponíveis, tornando a implementação dessa tecnologia mais difícil nessas regiões. Diante desse desafio, um estudante teve uma inspiração enquanto regava uma horta em seu local de trabalho: a criação de mangueiras solares. A ideia consiste em recolher garrafas PET e lixo eletrônico para construir um sistema em forma de mangueira, que aproveita os princípios da termelétrica para gerar energia elétrica. Esse método inovador promete ser quatro vezes mais barato que os

painéis solares tradicionais, ao mesmo tempo em que promove a reutilização de materiais e reduz a geração de resíduos.

O sistema, denominado APOLUZ, propõe uma instalação simplificada, acompanhada de um manual de instruções detalhado para permitir que qualquer pessoa possa montá-lo sem a necessidade de um técnico especializado. Estima-se que um sistema APOLUZ seja capaz de gerar cerca de 38 kWh, o que seria suficiente para abastecer uma residência padrão. Considerando a escassez de chuvas, foi ainda sugerida a integração de um sistema óptico na superfície da mangueira, que se aproveitaria da reflexão e radiação solar para gerar energia térmica. Essa energia térmica seria convertida em eletricidade, conceito estudado durante o segundo bimestre do curso do ensino médio de Física. Essa proposta visionária não apenas busca oferecer uma solução acessível e sustentável para a geração de energia, mas também promove a conscientização ambiental e o uso eficiente dos recursos disponíveis. Além de seus benefícios ambientais e econômicos, o sistema APOLUZ também pode ter um impacto positivo na geração de empregos em diversas áreas. A partir da coleta e separação de lixo para o reaproveitamento na construção das mangueiras solares, novas oportunidades de trabalho poderiam ser criadas, contribuindo para o combate ao desemprego e gerando renda para a comunidade local, até mesmo a distribuição e instalação dos sistemas APOLUZ. Dessa forma, a iniciativa não só promoveria a sustentabilidade energética, mas também impulsionaria a economia local ao fomentar novas oportunidades de emprego em diferentes setores. Essa abordagem holística não apenas fortalece a proposta inovadora do sistema APOLUZ, mas também destaca seu potencial para gerar um impacto positivo em diversas esferas, incluindo a criação de empregos e o desenvolvimento socioeconômico das comunidades onde for implementado.

O nome APOLUZ foi inspirado no deus grego Apolo, conhecido como o deus do sol, e finalizado com a palavra "luz", evocando a ideia de energia elétrica.

Figura 1 Símbolo do Projeto

Fonte: autoral.

## 2. Objetivos e relevância do trabalho

O efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839 pelo físico francês Emond Becquerel (pai do Henri Becquerel, famoso pelos estudos sobre radioatividade), utilizando uma célula eletroquímica para gerar uma diferença de potencial entre dois eletrodos, quando o dispositivo era submetido á luz. Os primeiros painéis solares foram desenvolvidos por Charles Fritts nos anos 1880 e instalados em um telhado em New York, mas somente a a partir dos anos 1940, através da patente e dos trabalhos de Russel Ohl, os painéis solares utilizando junções p-n de silício tornaram-se viáveis para aplicações práticas.

A energia solar é a energia proveniente da radiação emitida pelo sol, onde é absorvida através de placas fotovoltaicas que se baseiam num sistema de absorção de partículas de luz (fótons) que quando em contato com a placa fotovoltaica é captado pela camada de silício também podendo ser de silício monocrystalline, policristalino ou silício amorfo onde ficam as células solares, que, agitam os elétrons transformando o movimento deles em corrente elétrica. Esse fenômeno tem o nome de “efeito fotovoltaico” assim dando origem ao nome da placa.

A placa fotovoltaica, em comparação com outras formas de geração de energia, destaca-se por ser uma fonte limpa e renovável. Sua instalação não interfere de maneira significativa na estrutura do meio ambiente circundante. No entanto, uma desvantagem a ser considerada é a necessidade de espaço para a instalação das placas. Para otimizar a captação e absorção da radiação solar, é essencial dispor de áreas amplas.

Outra desvantagem das placas fotovoltaicas é o impacto ambiental associado à obtenção dos materiais necessários para sua fabricação. A produção desses componentes pode resultar em poluição, especialmente quando não há um descarte adequado dos resíduos gerados. Além disso, as placas fotovoltaicas dependem da luz solar para a geração de energia elétrica, funcionando efetivamente apenas durante o dia.

Tendo conhecimento do processo de fabricação das placas fotovoltaicas e seus impactos ambientais foi tendo em vista uma forma de solucionar esse empecilho, para que haja maior taxa de aproveitamento da energia solar e menos impacto no meio ambiente.

Tendo isso em mente, o projeto tem o objetivo de nutrir a necessidade de energia para comunidades com grande incidência de luz solar de maneira que não seja necessário um grande local para acomodar as placas, fazendo-se o uso das próprias telhas e calhas das casas para tal.

Além de que, foi pensado na criação de um manual de instruções de instalação e de um curso de formação técnica destinado as pessoas das comunidades que receberá o kit Apoluz, gerando empregos e distribuição da informação científica, pensamento esse que foi inspirado num projeto brasileiro onde se foi criado filtros de nanotecnologia que ajudam na purificação da água contaminada por garimpo ilegal nas aldeias indígenas Munduruku do Médio e Baixo Tapajós no Pará.

> "O Desafio Fundo Catalisador 2030 uniu esforços do Projeto Saúde e Alegria, Water is Life, DSEI Rio Tapajós, e as associações indígenas Pariri (Médio Tapajos) e Wakoborun (Alto Tapajos), com vistas a distribuição total de 600 filtros, adquiridos através do apoio da Água Ama/Ambev." ("Filtros de nanotecnologia auxiliam indígenas Munduruku no tratamento de água contaminada pelos garimpos | Projeto Saúde & Alegria", 2024).

Para aumentar o alcance do projeto, planeja-se a criação de um manual e de um curso na língua inglesa. Dessa forma, o projeto Apoluz poderá beneficiar não apenas as comunidades brasileiras, mas também pessoas ao redor do mundo.

Espera-se que os manuais sejam disponibilizados em formato digital, a fim de minimizar a geração de resíduos. Dessa forma, eles poderão ser armazenados em um acervo digital e acessados facilmente por meio de um QR Code.

## 3. Desenvolvimento do projeto

Primeiramente foi pensado em se utilizar água para gerar vapor e girar a turbina do aparelho que geraria energia elétrica, mas pensa se na escassez de recursos hídricos e na eficiência que a água teria na mangueira. Como substituto foi pensado o Etanol, por sua fácil obtenção e por seus pontos de ebulição e condensação ser mais eficiente em comparação com a água como mostra a tabela abaixo.

**Tabela 1: Comparação entre fluídos**

| Fluídos | Ponto de Ebulição (ºC) | Ponto de condensação (ºC) |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Água | 100 | Abaixo de 100 (depende do nível do mar no local) |
| Etanol | 78,4 | 78,4 |

Fonte: autoral.

Considerou-se não apenas o ponto de condensação do fluido, mas também o seu comportamento dentro da mangueira em termos de expansão. O etanol, por ser um fluido que se "mistura facilmente com água e outros líquidos de baixo peso molecular" (NOVACANA, 2021), apresenta características importantes para essa análise.

> "O etanol é representado pela fórmula C2H6O, ou, de forma mais detalhada, CH3CH2OH. Isso significa que o composto é formado por dois átomos de carbono (C) ligados à cinco átomos de hidrogênio (H) e a um átomo de oxigênio (O) ligado a outro hidrogênio. A presença do grupo OH, chamado de hidroxila, em sua composição, faz com que o etanol se torne uma substância polar, ou seja, que possua pólos eletrônicos distintos em sua cadeia, algo possível graças à presença do oxigênio. Por causa dessa característica, o álcool se mistura facilmente com a água e outros líquidos que também são polares." (NOVACANA, 2021).

Além do estudo com o etanol, foram analisados outros fluidos, como o álcool, mas, devido às suas propriedades físicas e químicas, esses não se adequaram ao projeto. Assim, optou-se pelo etanol. Como também, planeja-se a instalação de uma superfície refletora para melhorar a incidência e convergência dos raios solares sobre as mangueiras, com o objetivo de aumentar a eficiência energética do sistema.

### 3.1 Materiais

Foi levado em consideração muitos aspectos no quesito escolhas dos materiais, por relevância das características físicas e químicas. Sendo os materiais até no momento selecionados, abaixo:

- Mangueira com diâmetro específico de 1 cm, fabricada a partir do derretimento de garrafas PET, com a adição de borracha de pneus velhos e trama metálica proveniente de lixo eletrônico. A escolha de incorporar borracha ao PET derretido visa aumentar a resistência térmica e a maleabilidade do material que compõe o invólucro da mangueira. Por sua vez, a trama metálica é utilizada para melhorar a condutividade térmica.

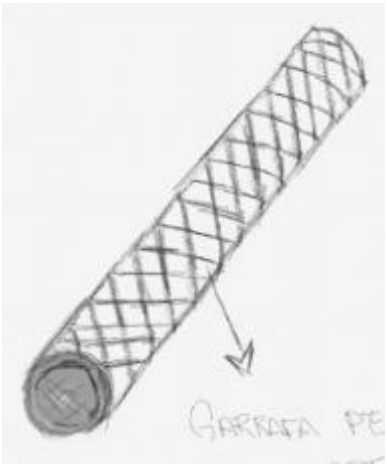


Figura 2 Modelo da mangueira

Fonte: autoral.

- O gerador de energia a vapor opera com base na conversão de energia térmica em energia cinética, a qual é então transformada em energia elétrica. Neste projeto, se utilizará uma turbina semelhante àquelas empregadas em coolers de computadores, fabricada a partir de garrafas PET derretidas.
- A placa Peltier converte energia elétrica em um diferencial térmico, gerando um efeito de aquecimento em um lado e resfriamento no outro. Essa característica a torna extremamente útil para diversas aplicações de controle de temperatura. No projeto, a placa Peltier será utilizada como condensador de Etanol, permitindo que o etanol passe por um ciclo repetitivo de resfriamento e condensação, o que possibilita seu reaproveitamento em várias seções do sistema.

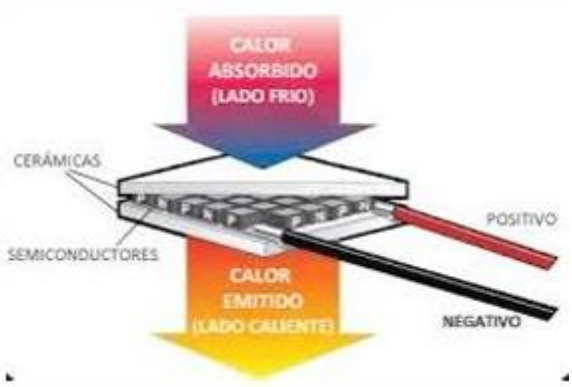


Figura 3 Placa Peltier

Fonte: (arduinoeeletronica.com.br)

- Etanol 0,07854 de litros por metro da mangueira. A quantidade de material vai depender da metragem onde será instalado. Em um metro quadrado será necessário, 100 metros de mangueira, 7,854 litros de etanol, os outros materiais permanecem com as mesmas medidas.

## 3.2 **Custos**

Abaixo foi feita uma tabela com uma estimativa dos custos dos materiais para a concepção e instalação de um kit Apoluz em uma residência onde se mora de duas a cinco pessoas e que também não é feito de uso de maquinários e dispositivos que demandam grande eficiência energética:

Tabela 2 Custos estimados

| Material | Preço |
|---|---|
| Mangueira | Depende da coleta e da separação de resíduos para a reciclagem e a produção das mangueiras, estima- se em torno de R$200,00 |
| Placa Peltier | R$ 32,24 (a unidade) |
| Gerador de energia | R$ 500,00 a R$ 700,00 |
| Etanol | R$ 3,96 a R$ 4,41 (por litro) |
| 32 litros de Etanol + mangueira + placa | Em média R$ 1.256,32 a R$ 1.500,00.<br>*Levando em consideração que é uma estimativa e que serão utilizadas cerca de 10 placas Peltier |

| | |
|---|---|
| Peltier* + gerador de energia | |

Fonte: autoral

## 4. Resultados esperados

A mangueira será instalada no telhado, cobrindo a maior superfície possível, e estará conectada à turbina, seja diretamente através da própria mangueira, seja por meio de canos. A turbina, por sua vez, estará ligada ao condensador, que utilizará a placa Peltier para aumentar a eficiência do sistema. O condensador será, então, conectado de volta à mangueira, formando um ciclo contínuo de operação.

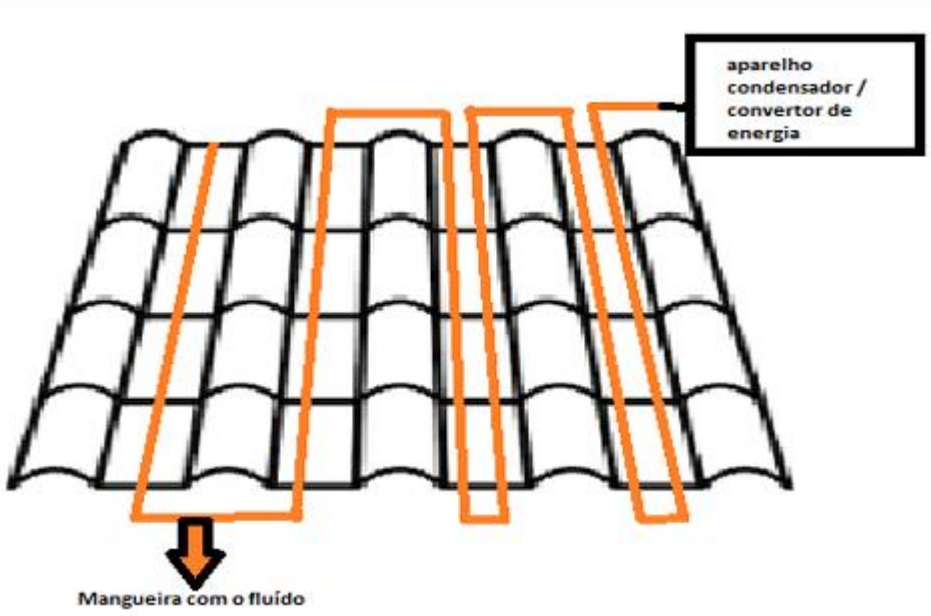


Figura 4 Mangueira instalada

Fonte: autoral

Se necessário, irá se utilizar a bomba d'água para fazer a conexão. O etanol será utilizado dentro da mangueira, onde ao evaporar dentro da mangueira exposta ao sol, irá se expandir e criar pressão dentro da mangueira, de modo a girar a turbina e gerar energia, passando pelo condensador e voltando a mangueira, reiniciando o ciclo.

Os cálculos feitos são desconsiderando as conexões entre a mangueira, a turbina, e a placa Peltier.

Um metro quadrado recebe aproximadamente 1.000 W/m² de radiação solar em média por 6 horas de sol pleno. A energia total recebida por dia é:

Energia solar = 1000 W/m² × 6h = 6000 Wh = 6 kWh.

O calor necessário para evaporar o etanol é 236 Wh/kg e a densidade do etanol é 0,789 kg/L. Para evaporar 1 litro de etanol:

Qevap = 0,789 kg × 236 Wh/kg = 186,5 Wh.

Com 6 kWh disponíveis, podemos evaporar:

Etanol evaporado = 6000 Wh / 186,5 Wh/L ≈ 32 L.

Com uma eficiência de 30% para conversão de energia térmica em elétrica, a energia gerada é:

Energia gerada = 6000 Wh × 0,30 = 1800 Wh = 1,8 kWh.

O sistema APOLUZ, baseado no aquecimento da Etanol para gerar vapor e produzir energia, tem a expectativa de se tornar uma nova fonte de energia sustentável não apenas no Brasil, mas em todo o mundo. Espera-se que essa energia seja distribuída para as populações que carecem de acesso à eletricidade e informação. A projeção é que a produção de energia do APOLUZ corresponda a dois terços da geração de energia de uma placa fotovoltaica e um terço da energia convencional. Além disso, o projeto tem como objetivo gerar empregos em várias áreas, incentivando a sustentabilidade e colaborando para a revitalização de comunidades com vulnerabilidade social. No entanto, um dos desafios pode ser o financiamento do projeto, bem como a otimização dos dispositivos elétricos, como ímãs e bobinas, para garantir a eficiência na geração de energia por meio da indução eletromagnética. Esses são pontos importantes a serem considerados para o êxito e viabilidade do projeto.

## 5. Conclusão

Um sistema com 1 m² de área solar pode gerar 1,8 kWh de eletricidade por dia, utilizando a pressão criada pela evaporação de 32 litros de etanol. Considerando que uma casa gasta em média 5 kWh, 5 metros na teoria seria o suficiente para abastecer uma casa de 2 a 5 pessoas

sem que haja o uso de dispositivos e maquinários que demandem grande uso de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


UENO, A. Falta de acesso à energia elétrica ainda é uma realidade no Brasil. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/falta-de-acesso-a-energia-eletrica-ainda-e-uma-realidade-no-brasil/#:~:text=Impacto&text=Segundo%20dados%20do%20Instituto%20Brasileiro,energ%C3%A9tica%20ainda%20precisa%20ser%20discutida.>. Acesso em: 9 set. 2024.

Filtros de nanotecnologia auxiliam indígenas Munduruku no tratamento de água contaminada pelos garimpos | Projeto Saúde & Alegria. Disponível em: <https://saudeealegria.org.br/redemocoronga/filtros-de-nanotecnologia-auxiliam-indigenas-munduruku-no-tratamento-de-agua-contaminada-pelos-garimpos/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

Kit energia solar: o que é, tipos, quanto custa e onde comprar. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/kit-energia-solar>. Acesso em: 22 ago. 2024.

NOVACANA. Propriedades Físico-Químicas do etanol. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/propriedades-fisico-quimicas>. Acesso em: 26 set. 2024.

Anexo 1

Planta baixa da residência utilizada para cálculos com cerca de 50m².

Quarto 1
Quarto 2
Banheiro
Cozinha
Quarto 3
Sala