

Usina de Projetos Experimentais (UPx)
Projeto – Relatório Final

IDENTIFICAÇÃO

Nº	NOME	e-mail	Telefone
210111	Diogo Maximo Petenassi	diogopetenassi@hotmail.com	55 14 99883-0636
210072	Felipe Jun Mine	felipejunmine@gmail.com	55 15 99818-6878
210072	Matheus Uylker Romano Simon	matheusuykerromano@gmail.com	55 11 95320-6175
210472	Rodrigo Santos de Mattos	rodrigasantosmattos03@gmail.com	55 15 99126-8924
210079	Vinicius Botelho Assis de Lara	Vinicius.Botelho@hotmail.com	55 15 00175-5255

TÍTULO:

Sistema Híbrido Solar-Eólico de Instalação Residencial

LÍDER DO GRUPO:

Diogo Maximo Pentenassi

ORIENTADOR(A):

Patrizia Palmieri

Data da Entrega: 13 / 06 / 2022

Visto do(a) Orientador(a)



Usina de Projetos Experimentais

Diogo Maximo Pentenassi

Felipe Jun Mine

Matheus Uylker Romano Simon

Rodrigo Santos de Mattos

Vinicius Botelho Assis de Lara

Sistema Híbrido Solar-Eólico de Instalação Residencial

**Sorocaba/SP
2022**

Diogo Maximo Pentenassi

Felipe Jun Mine

Matheus Uylker Romano Simon

Rodrigo Santos de Mattos

Vinicius Botelho Assis de Lara

TÍTULO DO TRABALHO: subtítulo se houver

Primeira parte do projeto experimental apresentado ao Centro Universitário Facens, como exigência parcial para a disciplina de Usina de Projetos Experimentais (UPx).

Orientador: Prof. Patrizia Palmieri

**Sorocaba/SP
2022**

SUMÁRIO

1 OBJETIVO GERAL.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE	3
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4 JUSTIFICATIVA.....	9
5 MATERIAIS E MÉTODOS	12
5.1 Proposta Final do Produto	12
5.1.1 Orçamento	15
5.1.2 Retorno Esperado.....	16
6 VALIDAÇÃO	16
7 CONCLUSÃO	Erro! Indicador não definido.
ANEXO I - MAPA DE EMPATIA, ÁRVORE DE PROBLEMAS, CANVAS MVP (Opcional).....	21
REFERÊNCIAS.....	23

1 OBJETIVO GERAL

Temos como o objetivo central do projeto desenvolver uma prova de conceito voltada para o armazenamento de energia com base em energias renováveis, sendo elas a eólica e a solar. Este estudo será baseado em um sistema simplificado e de fácil instalação, abrangendo as duas energias citadas, podendo ser instalado em qualquer residência.

2 REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE

2.1 Energia solar

Um dos objetivos de desenvolvimento sustentável criados pela ONU, mais especificamente o objetivo de número sete, põe como meta a manutenção de energia acessível e limpa até o ano de 2030. A meta 7.2 propõe que haja um aumento significativo na participação de energias renováveis na matriz energética global.

“Energia renovável é a designação dada para as fontes naturais de energia que conseguem se renovar” (SIGNIFICADOS, 2022), ou seja, são fontes de energia que provém das forças da natureza e são, por elas mesmas, reabastecidas, restauradas ou repostas. São exemplos comuns de energias renováveis: a eólica, a solar, a geotermal e a hidrelétrica.

É importante ressaltar que nem toda fonte de energia proveniente de fontes naturais é renovável, como é o caso do urânio e do petróleo, que estão disponíveis em depósitos naturais, mas não se restauram após a extração.

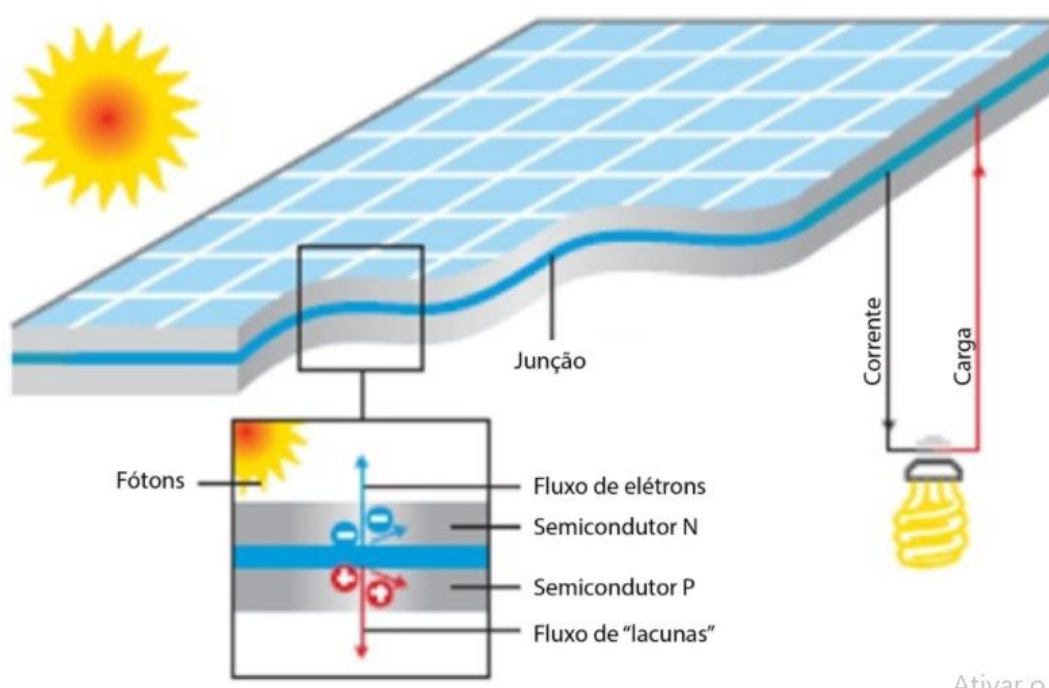
Uma das fontes de energia natural e renovável mais conhecida atualmente é a energia solar que se classifica como renovável por ser produzida constante e incessantemente pelo sol. Existem três tipos de energia solar: fotovoltaica, térmica e heliotérmica, segundo o site (portalsolar, 2022)

A energia solar fotovoltaica funciona por meio do efeito fotovoltaico, gerando eletricidade; a energia solar térmica utiliza o sol como fonte de energia para

aquecer líquidos; a energia heliotérmica também aquece líquidos e utiliza o vapor gerado para mover turbinas.

A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia elétrica que tem como princípio o uso de placas solares. Essas placas quando expostas ao sol, os fótons, partículas de luz que compõem os raios solares, colidem com os átomos de silício das placas deslocam elétrons de suas eletrosferas gerando uma corrente elétrica.

Imagem 1 – ilustração do funcionamento de uma placa fotovoltaica.



Fonte: disponível em: <http://www.trixsolar.com.br/como-funciona>. Acesso em: 28 Mar. 2022

Já a energia solar térmica, que por sua vez não produz energia elétrica, é usada apenas para aquecer líquidos. Este tipo de energia funciona com o uso de placas que quando expostas ao sol acabam por aquecer e passar essa energia térmica para um líquido presente em tubulações nessa placa. Esse líquido é transportado para o acumulador solar onde a água armazenada é esquentada pelo líquido, porém não entrando em contato direto com ele. Logo em seguida essa água é usada para diversos fins, como por exemplo tomar banho.

O último tipo de energia solar que comentaremos é a energia heliotérmica.

Ela também é voltada para a geração de energia elétrica funciona da seguinte maneira: placas refletoras redirecionam e concentram os raios solares para um único ponto a fim de aquecer um líquido levando-o a temperatura de ebulição. O vapor resultante desse processo é usado para movimentar turbinas a vapor gerando eletricidade.

Uma outra fonte de energia renovável que utiliza o princípio térmico é a geotérmica ou geotermal. Segundo AZEVEDO (portal solar, 2022) “A energia geotérmica é um tipo de energia renovável obtida a partir do calor proveniente do calor da Terra”, ou seja, é extraída a partir das altas temperaturas do subsolo. A energia coletada é usada tanto como fonte direta de energia térmica, quanto para a geração de eletricidade em usinas geotérmicas.

Imagem 2 – arte conceitual de uma usina geotérmica.



Fonte: Disponível em: https://www.freepik.com/premium-vector/geothermal-power-plant-eco-green-energy-concept-illustration_15630446.htm Acesso em: 28 Mar. 2022

A energia geotérmica pode ser usada para o aquecimento de água em áreas residenciais, fins de lazer ou aparelhos térmicos de estufas, onde, nesses casos, não é transformada em energia elétrica.

Já as usinas geotérmicas são construídas próximas a reservatórios naturais de vapor d'água. Esses reservatórios de vapor são gerados pela ebulição da água presente no subsolo, onde há a presença de magma quente. Esse vapor é utilizado para movimentar turbinas que geram eletricidade.

2.2 Energia eólica

Uma outra fonte de energia renovável que tem ótimas perspectivas de crescimento, é a energia eólica.

A energia eólica é produzida a partir da força dos ventos - é abundante, renovável, limpa e disponível em muitos lugares. Essa energia é gerada por meio de aerogerador, nas quais a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. A quantidade de energia transferida é função da densidade do ar, da área coberta pela rotação das pás (hélices) e da velocidade do vento. (JUNIOR e RODRIGUES, 2015, p. 03)

Portanto, este sistema de geração de energia deve ser instalado em locais com alta incidência de vento.

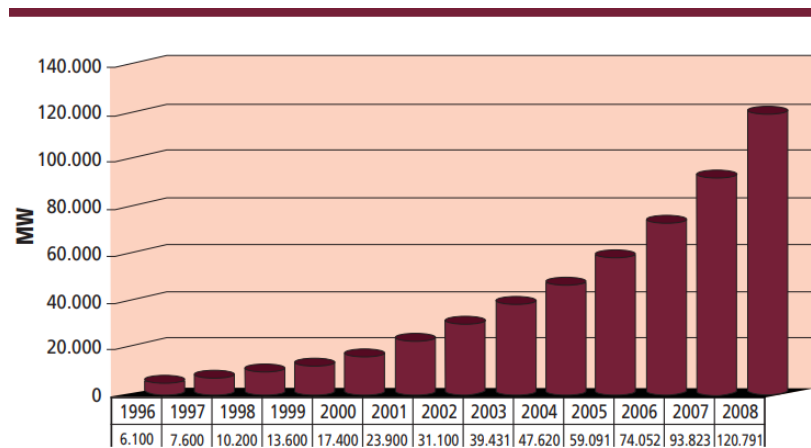
Imagem 3 - Fotografia de uma fazenda eólica



Fonte: Disponível em: <https://sitesustentavel.com.br/energia-eolica/> Acesso em: 27 abr. 2022.

Com os devidos acontecimentos históricos e avanços tecnológicos a partir do final do século XX, a energia eólica passou a ser difundida no mundo todo (JUNIOR e RODRIGUES, 2015):

Gráfico 1 - Evolução da Potência Instalada de Energia Eólica no Mundo 1996 - 2008 (em MW)



Fonte: GWEC (2009, P.10).

Analisando o gráfico, percebe-se o constante crescimento de geração de energia em escala mundial, saltando de 6.100MW em 1996, para 120.791MW em 2008, devido a maior exploração desta fonte de energia. Ainda segundo o Conselho Global de Energia Eólica (GWEC), em 2021 a capacidade mundial de produção passou a ser de 743 GW, evitando 1,1 bilhões de toneladas de emissão de gás carbônico.

Partindo para um ponto mais próximo, segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABE Eólica), 94,4% de toda a energia consumida no nordeste brasileiro no primeiro semestre de 2021 foi de origem eólica. Indicando que este é um sistema que tem plena capacidade de gerar energia em solo brasileiro.

2.3 Energia híbrida

Embora mais conhecidos hoje em dia, o desenvolvimento de sistemas híbridos teve início na década de 70, provavelmente motivado pela crise do Petróleo em 1973. (BARROSO, 2006). Destacando-se os sistemas eólico-diesel, em 1977 e o solar-diesel, em 1978.

Nota-se que estes sistemas aliavam energias limpas e fósseis, para que houvesse um barateamento da energia, pela redução dos combustíveis fósseis e para que, em momentos de escassez de vento, no caso da energia eólica, ou de sol, no caso da energia solar, o combustível fóssil entrasse como uma alternativa à estas fontes.

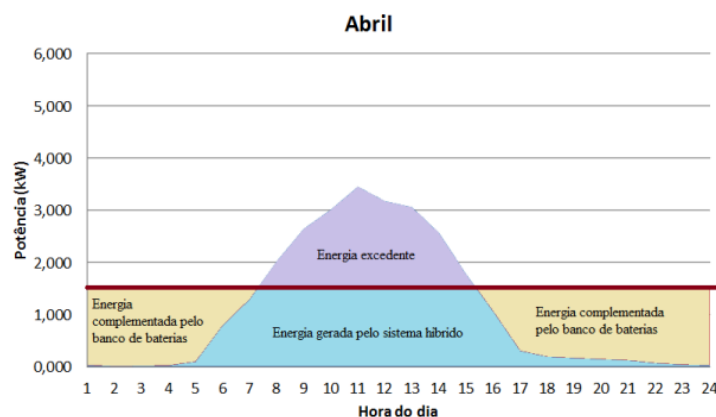
Além destes sistemas, reconhece-se outros sistemas híbridos de geração de energia, como os estudados no Grupo de estudos e desenvolvimento de alternativas energéticas (GEDAE): solar-eólico-diesel, solar-diesel, solar-eólico, eólico-diesel (PINHO, 2011).

Como um dos objetivos deste trabalho é utilizar de energias limpas e renováveis, daremos mais atenção ao sistema híbrido solar-eólico.

Geralmente, no Brasil, os períodos de maior incidência solar são os períodos com as menores intensidades de ventos, no verão. Podendo-se observar que as duas fontes de energia atuando de forma integrada passam a se complementar. (REIS, 2003).

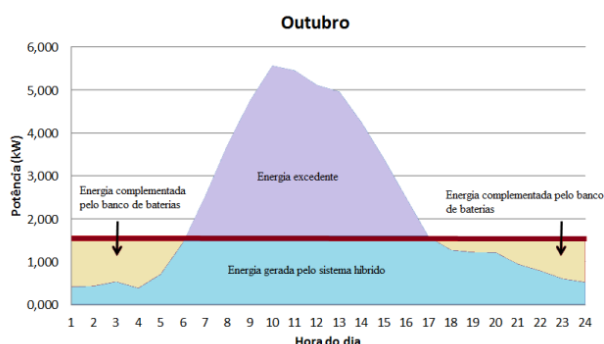
Vê-se que um sistema hídrico bem dimensionado, com um sistema de armazenamento por baterias é bastante efetivo, atendendo até mesmo mais de uma família, pois armazena a energia excedente nos dias com alta incidência de sol e de vento. Esta energia armazenada é utilizada nos dias em que a produção é deficitária. (MATOS, 2013).

Gráfico 2: Comportamento do sistema híbrido com armazenamento por banco de baterias no mês de abril



Fonte: Matos (2013, p. 64).

Figura 2.1: Comportamento do sistema híbrido com armazenamento por banco de baterias no mês de outubro



Fonte: Matos (2013, p. 65).

Observa-se pelas figuras que a energia excedente é usada diariamente, principalmente no período noturno, em que a incidência solar cessa. Além disto, a energia pode ser acumulada durante as estações de maior produção, na primavera e no verão, e utilizada nas estações de menor produção, no outono e no inverno.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Visando o fato do nosso projeto ter duas energias interligadas, pensamos nas seguintes especificações:

- Montaremos um sistema híbrido solar-eólico, dando enfoque para o fácil ajuste a instalação para uso residencial.
- Iremos colocar uma turbina eólica e, junto a base, colocaremos uma placa solar, tendo duas formas de captação de energia.
- Instala-la em um ponto estratégico da residência do cliente, onde poderá ser captada as duas fontes de energia.
- Interligar esse sistema, a uma bateria, para o armazenamento de toda a energia captada, para que seja possível o uso em períodos de baixa incidência solar, como o período noturno, ou períodos com baixa incidência de ventos.
- Provando o conceito de geração de energia híbrida, implementando-o em escala residencial.

4 JUSTIFICATIVA

Para a justificativa do projeto, é necessário compreender um problema de escala mundial: o aquecimento global.

O aquecimento global é o processo de aumento das temperaturas médias do planeta ao longo do tempo e este processo tem sido acelerado por ações antrópicas – ações realizadas pelo homem – nos últimos anos, ocasionando várias preocupações, entre elas:

- O aumento do nível do mar, por conta do derretimento das calotas polares, que pode causar o desaparecimento de ilhas e cidades litorâneas com alta densidade populacional;
- O aumento da frequência de eventos climáticos extremos, tais como tempestades tropicais, inundações, furacões e tsunamis;
- A extinção de espécies de animais e plantas (WFF, 2022).

Portanto, tendo em vista estas preocupações, é muito importante que este fenômeno seja combatido com mais ênfase e eficiência.

A principal causa deste problema climático é o efeito estufa, que, em linhas gerais, corresponde a uma camada de gases na atmosfera que retém uma parte do calor proveniente dos raios solares na Terra. Este é um efeito natural que torna possível a sobrevivência de várias espécies no nosso planeta. Porém, com o aumento da emissão dos GEEs (Gases formadores do efeito estufa) por ações antrópicas, esta camada está se tornando cada vez mais espessa, aumentando a taxa de retenção de calor na Terra e, conseqüentemente, ocasionando o aquecimento global. O CO₂, dióxido de carbono, representa mais de 70% das emissões de GEE, se tornando o principal gás do efeito estufa, tendo como principal fonte emissora a queima de combustíveis fósseis (WFF, 2022).

Imagem 4 – Esquema do efeito estufa na Terra



(Fonte: adaptado de Efeito Estufa, U.S. Global Change Research Program)

Além disto, vale ressaltar que as fontes de combustíveis fósseis não são renováveis, portanto, suas reservas esgotar-se-ão em algum momento, causando uma mudança drástica na vida das pessoas, tornando necessário a busca por fontes de energias renováveis, por sua capacidade de não se esgotar.

Assim, o fomento da utilização de fontes de energias limpas e renováveis, através de métodos mais eficientes de utilizá-las, é indispensável para a diminuição

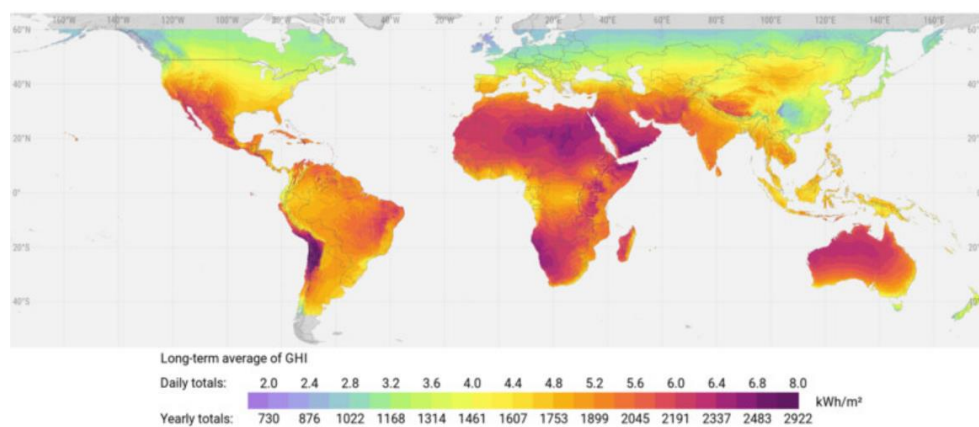
do aquecimento global e a manutenção do estilo de vida dos dias atuais, justificando a necessidade do projeto.

Com base nestes dados, o projeto utiliza de fontes de energia renováveis já existentes, a solar e a eólica, funcionando de maneira integrada, no mesmo local, aumentando a produtividade por área, a fim de tornar as fontes de energias renováveis mais efetivas e, conseqüentemente, mais viáveis.

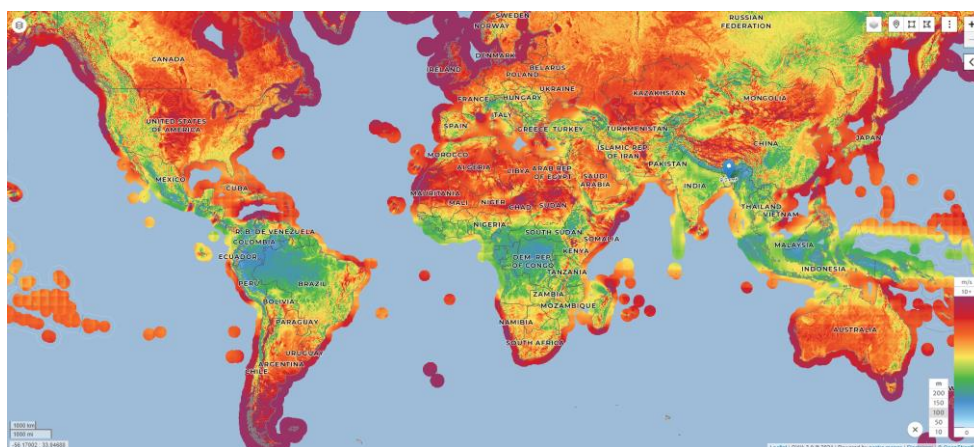
Esta solução, além de aumentar a efetividade das fontes de energia, torna mais prática a implementação por conta dos consumidores, pois no protótipo apresentado, uma só estação contará com duas fontes diferentes, sem que o consumidor precise procurar duas soluções de maneira separada.

Esta solução proposta necessita ser implantada em um local que tenha alta incidência de sol e de vento.

Imagem 5 - Mapas globais de incidência de sol e de vento.



Fonte: Global Solar Atlas, 2022



Fonte: Global Wind Atlas, 2022

Analisando os mapas, conclui-se que a parte leste do Brasil apresenta um alto potencial de geração de energia por meios da captação dos raios solares e das correntes de ventos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Proposta Final do Produto

Nossa prova de conceito terá a junção das energias solar e eólica, assim tendo uma hélice de ventilador fixada em um dínamo com cola quente representando a fonte de energia eólica, e logo atrás, com uma altura de 37 cm, se encontram as placas fotovoltaicas fixadas com fitas dupla face em uma placa de 21,5 cm de comprimento e 12 cm de largura, para representação da energia solar.

Imagem 6 – Representações das energias eólica e solar.



Fonte: Autoral (2022)

Toda a base foi feita com madeira contendo 31,5 cm de largura e 40,5 cm de comprimento, e duas mãos francesas com 30 cm de altura, para a fixação do dínamo (motor embutido com a hélice).

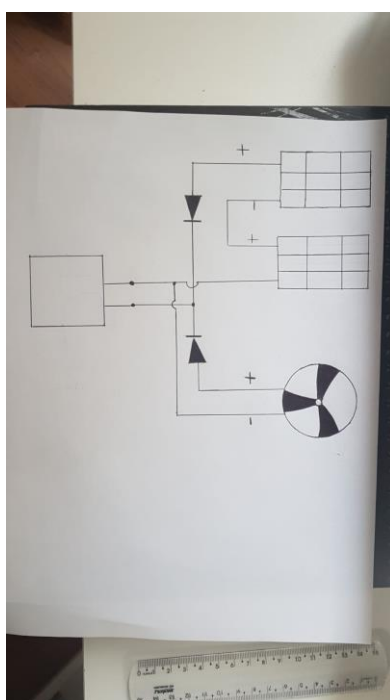
Imagem 7 – Mão francesa e base do projeto.



Fonte: Autoral (2022)

Para a esquematização da saída de energia, foi feito um desenho, mostrando qual seriam as ligações necessária para que a energia perdida fosse mínima. Primeiros ligamos as duas placas solares em série, reduzindo a quantidade de fios e quantidade de diodos utilizados no sistema, logo após isso soldamos o positivo das placas no positivo do dínamo, e a mesma coisa com o negativo de ambos, estendendo os mesmos e produzindo um único fluxo de energia.

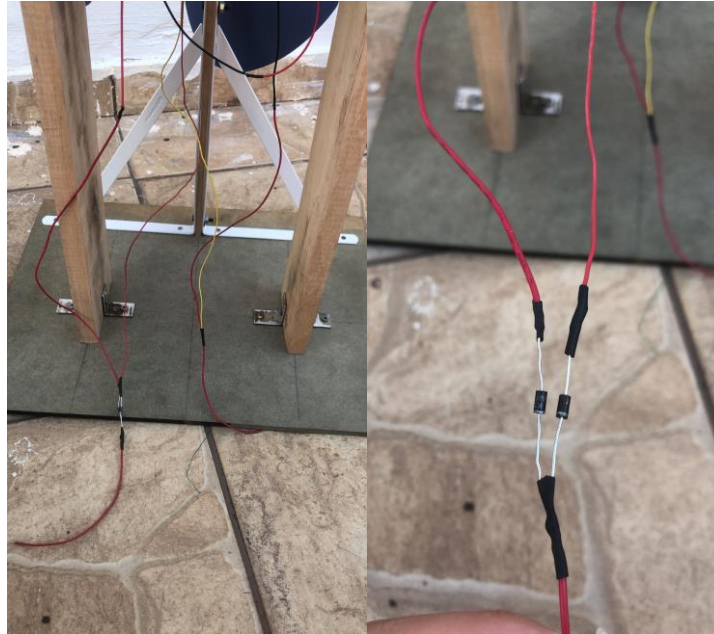
Imagem 8 – Esquematização da fiação feita no projeto.



Fonte: Autoral (2022)

Nessa parte utilizamos fios de cobre encapados e diodos, para que a energia solar não passasse para o dínamo, e a energia produzida pelo dínamo não passasse para as placas.

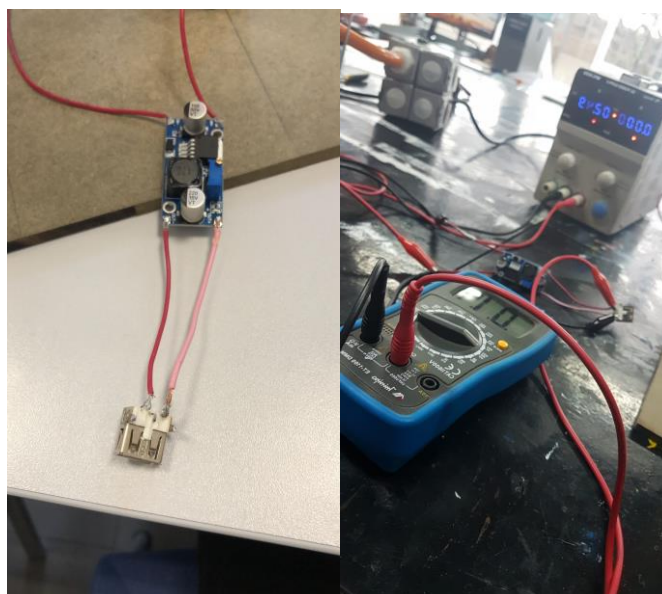
Imagem 9 – Fios de cobre e Diodos utilizados na fiação do projeto.



Fonte: Autoral (2022)

Após a preparação dos fios, regulamos e acoplamos um Regulador de Tensão soldado junto a uma porta USB, ajustando para uma entrada de 5 volts, assim finalizando o sistema por completo.

Foto 4 – Regulação e Inserção das peças eletrônicas



Fonte: Autoral (2022)

Para a representação do armazenamento foi utilizado um Power Bank.

Imagem 10 – Power Bank representando o armazenamento



Fonte: Autoral (2022)

5.1.1 Orçamento

Material	Preço Teórico	Preço Pago
Hélice	R\$19,90	-
Diodos (2 un.)	R\$0,23 (por unidade)	-

Dínamo	R\$5,00	-
Placas Fotovoltaicas 2 un.	R\$64,00	R\$64,00
Tubo Termo Retrátil (1 m)	R\$3,00 (por Metro)	R\$3,00 (por Metro)
Fio Cobre 10M 0,5mm (Necessário aprox. 1m)	R\$29,00	-
Mão Francesa 30 cm (2 un.)	R\$6,00 (por unidade)	R\$6,00 (por unidade)
Regulador de Tensão	R\$14,90	R\$14,90
Conector USB A, fêmea	R\$1,66	R\$1,66
Power Bank	R\$33,32	-
Total	R\$183,24	R\$95,56

5.1.2 Retorno Esperado

Tangíveis:

- Redução da emissão de CO₂
- Despreocupação com a falta de energia
- Segurança em questão de gastos

Intangíveis.

- Sanar a poluição do ar
- Parar de uma vez com a utilização de energias poluentes
- Conscientização total em relação da utilização das energias renováveis.
- Captação total de toda energia esperada.

6. VALIDAÇÃO

6.1 Procedimento

Efetuamos a validação do projeto submetendo o protótipo a um teste em um ambiente aberto com luz solar e vento por 3 horas, para que assim seja possível a utilização da placa solar e o funcionamento das pás eólicas com o intuito de ter captação e armazenamento de energia tanto eólico quanto solar.

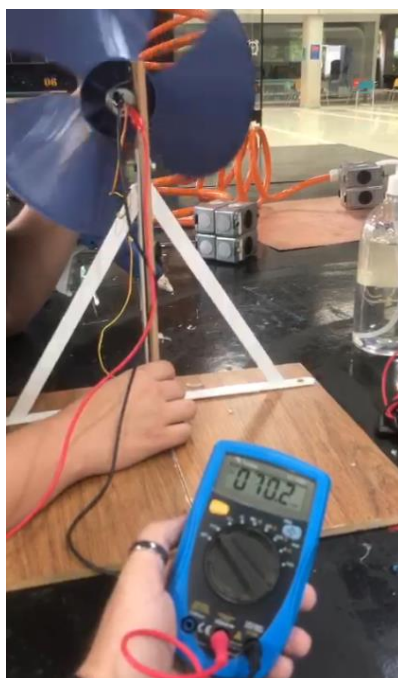
Também foram feitos testes com apenas uma das opções de captação de energia em funcionamento para que seja possível avaliar a eficácia de ambas individualmente.

Também fazer o cálculo da perda de energia durante os testes, verificando o quão eficaz foi nossos testes com o projeto, além do calculo de carga do celular por hora.

6.2 Resultado

Iniciamos com os testes individuais de cada sistema, começando com o dínamo, responsável pela captação da energia eólica. O motor em si, nos testes feitos, conseguiu captar uma tensão entre 0,3 V e 2,1 V.

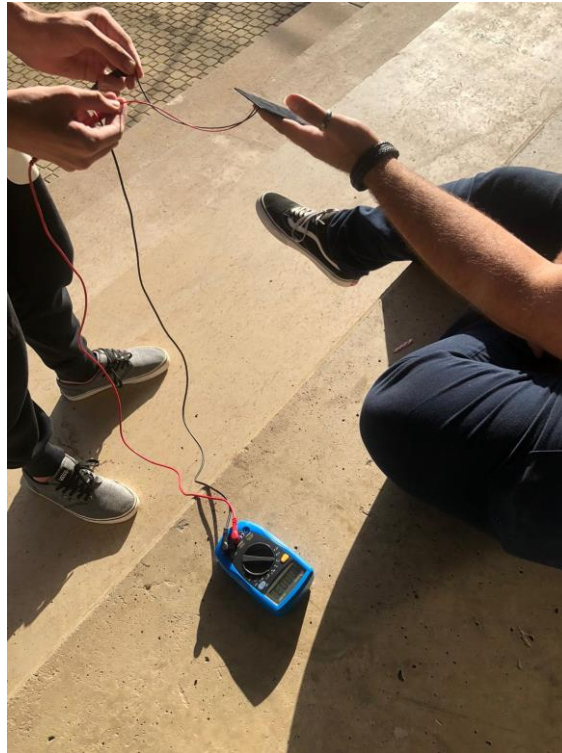
Imagem 11 – Teste Individual da Energia Eólica



Fonte: Autoral (2022)

As placas solares, acabavam por produzir mais energia, já que utilizamos duas de no máximo 5,5 V cada, somando um total de 11 V em seu máximo potencial, e 5,6 V em um ambiente com iluminação baixa.

Imagem 12 – Teste Individual da Energia Solar



Fonte: Autoral (2022)

Onde, teoricamente, somando todas as energias, acabamos por ter um total de aproximadamente entre 5,9 V e 13,1 V, considerando um sistema ideal.

Porém, tivemos que usar dois Diodos, componentes elétricos que ajudavam a energia seguir apenas um fluxo e não deixava com que a energia passasse de um sistema para outro, implicando uma perda de 1,4 V, considerando que cada diodo tirava 0,7 V do sistema.

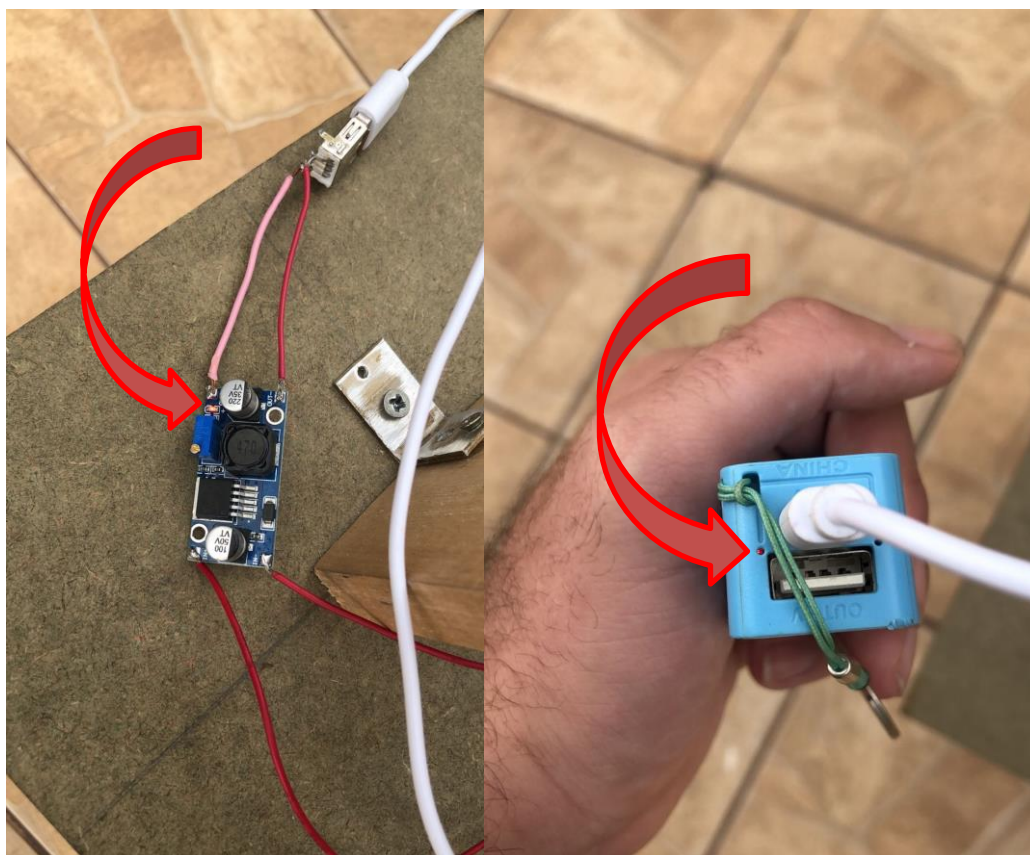
$$Tensão\ Final = Tensão\ total - Tensão\ perdida\ por\ diodos\ (1)$$

Com essa perda, tínhamos um objetivo de chegar aos 11,7 V com todo o sistema em andamento.

Os testes que nós fizemos foram em ambientes diferentes, onde tínhamos várias variações de energia, chegando a um resultado de 11,65 V num total e 5,45V em mínimo potencial.

Após os testes feitos individualmente, colocamos em pratica isso em um Power Bank que suportava um total de 5V de tensão de entrada e uma corrente 0,8A, valores esses que conseguimos implementar graças ao regulador de tensão. Conectamos o mesmo nos sistemas e deixamos ele em um lugar propício para a captação solar e eólica durante um total de 3 horas, do período entre 12:00 e 15:00.

Imagem 13 – Verificação de funcionamento do Regulador e do Power Bank



Fonte: Autoral (2022)

Imagem 14 – Validação do protótipo como um todo



Fonte: Autoral (2022)

$$Carga\ Média = \frac{\Delta Carga}{\Delta t} \quad (2)$$

Após o período de teste, pegamos o Power Bank e conectamos a um Iphone 8 Plus, tendo um resultado de 4% de carga no celular, utilizando a equação (2) obtivemos uma carga media de aproximadamente 1,33% de carga por hora.

7. CONCLUSÃO

Para chegarmos nos resultados finais acabamos tendo vários problemas e dificuldades no meio do caminho.

A principal dificuldade enfrentada, foi o conhecimento de elétrica e eletrônica, o que acabou por nos dar alguns problemas com solda, fios e placas eletrônicas, algo que aprendemos com o tempo e aperfeiçoamos com o passar do projeto.

Outro problema que acabamos tendo durante os testes e a validação, foi a parte eólica em comparação com a solar, por conta da potencia do motor, acabamos não tendo uma presença muito forte quanto as placas solares, por mais que ela tinha sim funcionamento no sistema. A troca do dínamo por um motor um pouco mais potente, acabaria por resolver esse problema.

Uma coisa que pode ter influenciado na baixa tensão fornecida pelo dínamo é o material para representar as pás eólicas. Por ser feita de plástico, um material um pouco mais pesado, acaba sendo um pouco mais complicado para rotacionar e proporcionar a energia necessária, podendo ser modificada por um material mais leve. Um outro fator que poderia ser modificado seria o tipo de hélice utilizada e a posição, pois como as pás estavam direcionadas para um único lado, acabava dificultando a captação do vento, se tivéssemos colocando uma hélice helicoidal no sentido vertical, a eficiência seria maior.

Por mais que o nosso projeto apresentou varias dificuldades e problemas no seu decorrer, acabamos por tendo resultados satisfatórios, uma vez que o mesmo é uma prova de conceito, visando a eficiência da junção de duas energias renováveis em âmbito residencial. Conseguimos colocar essa teoria em pratica, e vimos a continuidade de seu funcionamento durante um determinado tempo, gerando energia de ambas as fontes o tempo inteiro.

Colocando em pratica as melhorias pautadas, é certo que o projeto irá conseguir armazenar muito mais energia, conseguindo suprir as necessidades domésticas.

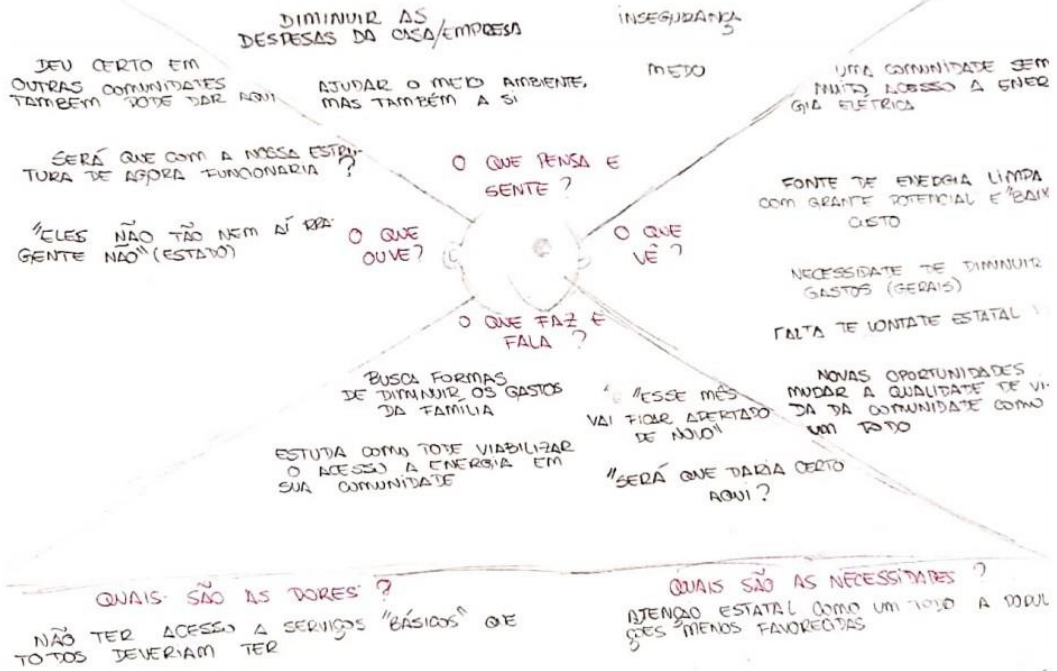
ANEXO I - MAPA DE EMPATIA, ÁRVORE DE PROBLEMAS, CANVAS MVP
(Opcional)

Modelo de Árvore de Problemas



Mapa do Impacto

CARLOS - 43 ANOS - DONO DE PROPRIEDADE RURAL DE 7500M² DE TERRENO RURAL



REFERÊNCIAS

COMO Funciona a Energia Solar. Portal Solar, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>. Acesso em: 20 Mar. 2022.

AZEVEDO, Julia. Entenda o que é energia geotérmica. Ecycle, 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energia-geotermica/>. Acesso em: 20 Mar. 2022.

COMO funciona. Trix solar, 2022. Disponível em: <http://www.trixsolar.com.br/como-funciona> Acesso em: 28 Mar. 2022.

ENERGIA renovável. Significados, 2022. Disponível em: <https://www.significados.com.br/energia-renovavel/> Acesso em: 28 Mar. 2022

JUNIOR, J, RODRIGUES, M. Um estudo sobre a energia eólica no Brasil. **Ciência Atual**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p 1-13, 2015.

MATOS, M B. **Análise Energética de um Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico com Armazenamento de Energia Elétrica através do Hidrogênio e Banco de Baterias**. 2013. 127f. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

GWEC. **Global windreport 2021**, Bruxelas, Bélgica, 2021. Disponível em: <https://gwec.net/global-wind-report-2021/#:~:text=Today%2C%20there%20is%20now%20743,carbon%20emissions%20of%20South%20America>. Acesso em: 27 abr. 2022.

PINHO, J. T. **A experiência do GEDAE com sistemas de pré-pagamento em sistemas híbridos com mini redes. Mini redes e Sistemas Híbridos com Energias Renováveis na Eletrificação Rural** – São Paulo - 25 - 26/05/2011.

REIS, L. B. **Geração de Energia Elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade**. Barueri, SP: Editora Manole, 183p. 2003.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind 2008 Report**. Bruxelas, Bélgica, 2009.