

Usina de Projetos Experimentais (UPx)**Projeto – Relatório Final****IDENTIFICAÇÃO**

Nº	NOME	e-mail	Telefone
210465	Bruna dos Santos Batista	brunabatista83@hotmail.com	(15)99103-2250
211039	Leandro dos Santos Macedo	leandrolego007@gmail.com	(15)99614-8899
200818	Maria Vitoria Silva de Andrade	mvitoria459@gmail.com	(15)98162-6857
190684	Ricardo Fratti de Almeida Barros	ricardofratti@live.com	(15)99792-6868
210288	Victor Galeno Araújo Aragão	victorgaleno2k10@gmail.com	(19)99362-7250

TÍTULO:

Turbina Hidrocinética

LÍDER DO GRUPO:

Bruna dos Santos Batista

ORIENTADORA:

PATRIZIA PALMIERI

Data da Entrega: 13/06/2022

Visto da Orientadora



Usina de Projetos Experimentais

BRUNA DOS SANTOS BATISTA

LEANDRO DOS SANTOS MACEDO

MARIA VITORIA SILVA DE ANDRADE

RICARDO FRATTI DE ALMEIDA BARROS

VICTOR GALENO ARAUJO ARAGÃO

TURBINA HIDRO CINÉTICA

**Sorocaba/SP
2022**

BRUNA DOS SANTOS BATISTA
LEANDRO DOS SANTOS MACEDO
MARIA VITORIA SILVA DE ANDRADE
RICARDO FRATTI DE ALMEIDA BARROS
VICTOR GALENO ARAUJO ARAGÃO

Turbina Hidrocinética

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

Orientadora: Prof.^a Patrizia Palmieri

Sorocaba/SP
2022

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Componentes de uma turbina hidrocínética.....	10
FIGURA 2. Turbina desenvolvida pela UnB.....	11
FIGURA 3. Vista interna da turbina (imagem feita com recursos gráficos)	12
FIGURA 4. Foto real do projeto em fase final de construção.....	13
FIGURA 5. Imagem representando as medidas em metros.....	13
FIGURA 6. Representação do fluxo interno do rio.....	13
FIGURA 7. Materiais Utilizados.....	16
FIGURA 8. Montagem do led e Vedação da turbina.....	17
FIGURA 9. Foto do teste	17
FIGURA 10. Dimensões dos bocais de saída de água.....	18
FIGURA 11. Bocal de encaixe.....	18
FIGURA 12. Construção do recipiente.....	19
FIGURA 13. Teste 1.....	21
FIGURA 14. Teste 2.....	21
FIGURA 15. Teste 3.....	22
FIGURA 16. Teste 4.....	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Custo de mão de obra e manutenção O&M.....	14
TABELA 2. Orçamento final do projeto.....	19
TABELA 3. Dados coletados e calculados.....	20

SUMÁRIO

1 OBJETIVO GERAL.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE	7
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4 JUSTIFICATIVA.....	15
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
5.1 Materiais utilizados.....	15
5.2 Proposta Final da Turbina Hidrocinética.....	16
5.2.1 Montagem em Escala.....	16
5.2.2 Orçamento.....	19
5.2.3 Retorno Esperado.....	16
6 VALIDAÇÃO	20
6.1 Procedimentos.....	20
6.2 Resultados.....	20
7 CONCLUSÃO	23
MAPA DE EMPATIA, ÁRVORE DE PROBLEMAS.....	24
CÁLCULOS REALIZADOS.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

1 OBJETIVO GERAL

Desenvolvimento de um método de obtenção de energia 100% limpa e renovável, que não agrida o meio ambiente, usando a captação de energia através do fluxo da água em regiões onde os cursos de água são abundantes, a qual poderá ser distribuída para as fazendas próximas aos leitos, vilarejos ou até pequenas cidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE

Ao longo da história da humanidade, a grande inovação tecnológica vem marcando o avanço de descobertas, e a energia elétrica é uma delas. Todavia, como a maior parte das intervenções humana na natureza, a geração de energia resulta em abalos ambientais, conforme a fonte energética utilizada. Um exemplo disso são as fontes de energias finitas ou esgotáveis, para a maior parte delas, tem como reposição lenta na natureza, já que são resultantes de um processo milenar sob condições específicas de temperatura e pressão. Quanto mais usamos esses tipos de fontes de energias não renováveis, nosso estoque irá diminuir cada vez mais. Temos como exemplos de fontes não renováveis de energia: petróleo, carvão mineral, gás natural e nuclear.

O rápido esgotamento das fontes de energia, principalmente de energia fóssil, o aumento do consumo de combustíveis, a contaminação do meio ambiente, são alguns motivos que levaram a humanidade a buscar opções de energia que se regenerem espontaneamente e sejam mais abundantes e menos poluentes, chamadas de energias alternativas ou renováveis.

São exemplos de energia renováveis: solar, eólica, hidráulica, de biomassa, geotérmica, energia dos oceanos e energia de hidrogênio.

A energia hidráulica (hidreletricidade) é obtida pelo aproveitamento do movimento da água dos rios. A energia elétrica assim obtida é uma fonte não poluente e renovável. Os maiores impactos ambientais ocorrem na construção da usina hidrelétrica, com o represamento da água. Entre os países que mais produzem hidreletricidade estão Canadá, Brasil e China. (Toda Matéria, 2022).

Usinas hidrelétricas, por exemplo, por mais que seu modo de obtenção de energia não polua a água, a sua construção afeta diretamente a fauna e a flora, devido ao grande desmatamento necessário para sua criação. A energia eólica, por sua vez, pode ser considerada uma energia 100% limpa, por utilizar o vento como fonte de obtenção de energia e quase não é necessário desmatar grandes terrenos em sua construção. O grande problema é que o custo para a criação de uma usina eólica é muito alto, e sua manutenção requer muito trabalho.

Dessa realidade de fontes alternativas de energia, uma possibilidade é o uso das turbinas hidrocinéticas, que se assemelham fisicamente e estruturalmente às turbinas eólicas, sendo que as eólicas fazem o aproveitamento do fluxo de ar e as hidrocinéticas do fluxo de água

O termo Turbinas hidrocinéticas é dedicado às máquinas hidráulicas que convertem a energia cinética de rios ou de correntes de maré em eletricidade. Em países em desenvolvimento, muitas comunidades, pequenas e remotas, são localizadas ao longo de rios com águas correntes. Sistemas hidrocinéticos, com baixos impactos ambientais na conversão de energia e com baixo custo operacional, podem representar uma excelente alternativa renovável de fonte de energia (BRASIL JUNIOR, Antonio C. P. *et al*, 2007).

Turbinas são máquinas para converter energia hidráulica em energia elétrica. O custo total de uma usina hidrelétrica (reservatório, tubulações, turbinas etc.) é mais alto do que o de uma central termelétrica, mas ela tem muitas vantagens, algumas das quais são: alta eficiência, flexibilidade de operação, fácil manutenção, baixo desgaste, suprimento de energia potencialmente inesgotável, nenhuma poluição (Unesp,2022).

Uma das primeiras experiências para produção de eletricidade em leitos de rios, ocorreu no Brasil em 1981, com a construção de um protótipo desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia (INPA) (ELS, R. H., 2008).

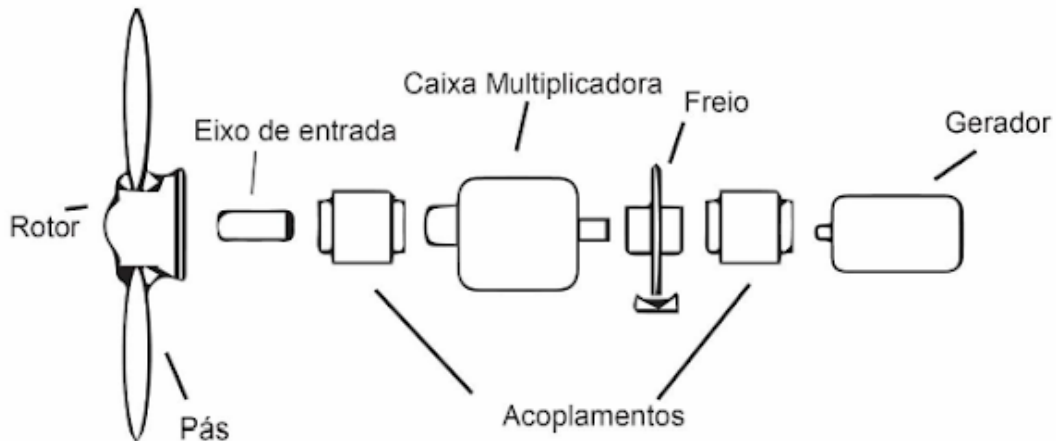
A turbina hidrocinética (THC) aparece então como uma alternativa dessa transformação, pois evita a construção e edificação de estruturas gigantescas que destroem o bioma, uma vez que utiliza da energia cinética de escoamento do rio e não a potencial. Deste modo, acaba por não interferir no curso natural dos rios. Este diferencial, evita a construção de grandes represas que afetam o bioma local, que por sua vez, alteram todo o cotidiano de sua população, assim como sua estrutura social. Permite então, um ambiente sustentável com integração harmoniosa entre tecnologia,

homem e natureza. Essa turbina necessita de alguns parâmetros para seu uso, porém, como os rios brasileiros destacam-se por suas características de profundidade, extensão e largura, juntamente com a natureza de seu relevo, permitem seu emprego (FELIZOLA, E. R. et al, 2007).

As turbinas hidrocínéticas são compostas por uma ou mais hélices, desenvolvidas para gerar energia elétrica através da vazão de um rio ou por correntes marítimas sem necessidade da construção de barragens ou de condutos forçados. No funcionamento básico de uma turbina hidrocínética, a turbina é instalada em um ambiente em que existe um fluxo de água, seja um rio ou o mar. A energia cinética vinda desse fluxo de água rotaciona as pás do rotor, esse rotor gira um eixo acoplado a um gerador, responsável então por gerar a energia elétrica, a qual pode ser distribuída para as fazendas próximas aos leitos, vilarejos ou até pequenas cidades. A sua instalação por sua vez não polui a água e não afeta a fauna e a flora, sendo assim um modo barato e 100% limpo de obtenção de energia.

Os principais elementos das turbinas hidrocínéticas são: rotor, eixo para o rotor, pás do rotor, acoplamentos, caixa multiplicadora, eixo de saída, freio e gerador, conforme a figura abaixo. Podem ou não apresentar difusor, que tem como função induzir uma sucção em sua parte traseira, aumentando a velocidade de escoamento da água e por consequência, a potência da máquina. O uso de difusores pode contornar o limite teórico de Betz, que afirma que apenas 59,3% da energia cinética de um fluido pode ser convertido em energia mecânica (CHEQUER, S., 2018).

Figura 1- Componentes de uma turbina hidrocinética.



Fonte: CHEQUER (2018).

Gerador: converte a energia mecânica em energia elétrica. Pode ser construído por meio da adaptação de motores elétricos.

Rotor: onde corrente de fluido passará aplicando forças nas pás, criando movimento e torque para o eixo.

Caixa multiplicadora: faz com que a rotação lenta do eixo de entrada, se multiplique, fornecendo assim a velocidade que o gerador necessita para gerar energia elétrica.

Eixo: componente rotativo que é usado para transmitir a potência gerada pelo movimento do rotor até a caixa multiplicadora e depois na saída da caixa até o gerador.

Mancais: servem de apoio fixo para o eixo, podem ser de rolamento ou de deslizamento.

Acoplamento: transmitem o movimento de rotação entre dois elementos, podendo ser fixos, móveis ou elásticos.

Sistema de freio: regula a velocidade do eixo. Se a velocidade estiver muito acima da velocidade suportada pelos componentes da turbina, o freio é acionado e a velocidade é reduzida para prevenir falhas ou danos permanentes.

No Brasil a Universidade de Brasília trabalha em parceria com a Eletronorte desde 2004 em um projeto de P&D denominado Projeto Tucunaré. Tal iniciativa tem como objetivo desenvolver uma turbina com 100kW de potência e 5 metros de diâmetro, apta para gerar energia em águas com velocidade igual ou superior a 1m/s.

A UnB também foi responsável pela instalação de turbinas hidrocinéticas, em 1995, no município de Correntina, na Bahia e no município de Maracá, no Amapá. Ambas as turbinas ainda se encontram em funcionamento (CHEQUER, S., 2018).

Figura 2- Turbina desenvolvida pela UnB.



Fonte: CHEQUER (2018).

CRIAÇÃO DE UM PROJETO EM ESCALA REAL

BRASIL JUNIOR *et al* (2007) fizeram um trabalho que apresenta o desenvolvimento de uma turbina hidráulica tipo Hidrocinética, para uso na conversão de energia em comunidades isoladas. O desenvolvimento tecnológico deste modelo de turbina envolveu metodologias avançadas de concepção de máquinas hidráulicas, utilizando ferramentas computacionais e experimentais, tais como a CFD e ensaios em túnel de vento com modelo reduzido. Complementarmente o presente trabalho apresenta um estudo de caso da inserção sustentável da tecnologia em um projeto piloto em uma comunidade isolada na Amazônia.

- **Construção e teste:**

Com base no desenvolvimento do projeto conceitual hidrodinâmico e nos ajustes decorrentes da análise dos resultados numéricos e experimentais, é possível construir um protótipo. O protótipo tem as seguintes características:

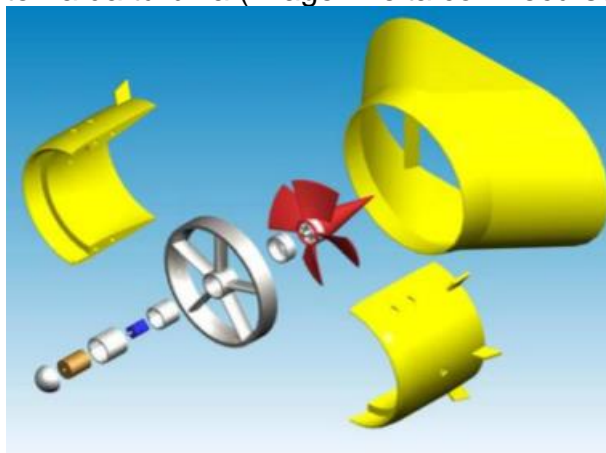
- **Carcaça e Difusor:** Os componentes que compõem a carcaça e o difusor são moldados em fibra de vidro e revestidos com uma camada de geoadesivo e tinta automotiva.

- **Núcleo do conversor:** No interior da máquina está instalado um gerador assíncrono de corrente contínua, de 750 W (12 V) ligado a um sistema multiplicador com engrenagens planetárias. O centro é suportado por rolamentos de esferas cônicas com retentores de polímero para manter as partes mecânicas internas impermeáveis.

- **Rotor:** Quatro pás de turbina são construídas em material polimérico e usinadas em paralelo, forma definida pelo projeto hidrodinâmico das pás. O rotor permite que as pás possam ser ajustadas fazendo com que a turbina se adapte com as diferentes velocidades do rio

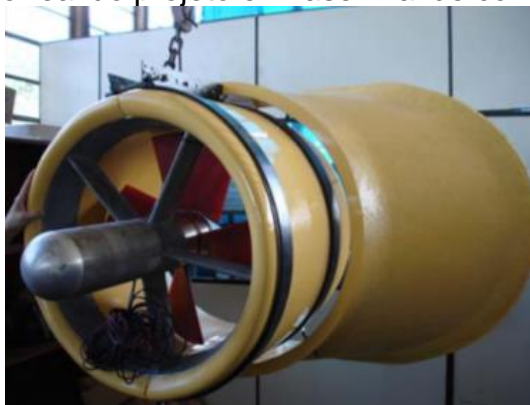
- **Anel metálico** que tem como função suportar o núcleo da máquina na carcaça; este anel foi fundido em alumínio.

Figura 3- Vista interna da turbina (imagem feita com recursos gráficos)



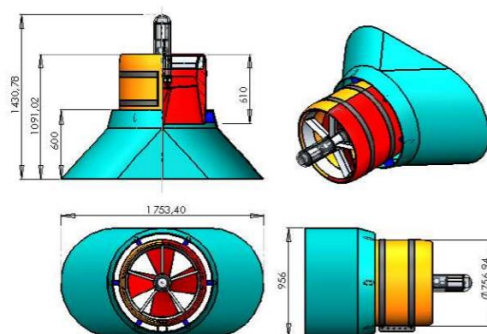
Fonte: BRASIL JUNIOR et al (2007)

Figura 4 -Foto real do projeto em fase final de construção



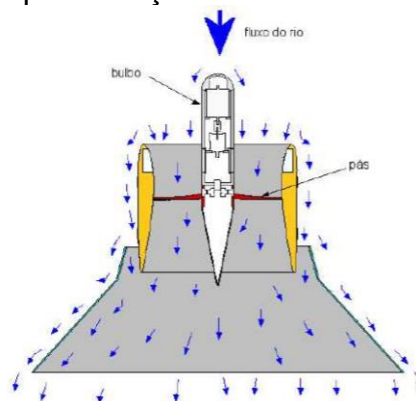
Fonte: BRASIL JUNIOR et al (2007)

Figura 5 - Imagem representando as medidas em metros



Fonte: BRASIL JUNIOR et al (2007)

Figura 6 - Representação do fluxo interno do rio



Fonte: BRASIL JUNIOR et al (2007)

O teste do projeto foi feito em um canal artificial de 1,5m de profundidade e 4m de largura. A turbina foi instalada no meio do canal. O gerador de energia foi submetido a diferentes cargas resistivas, realizada de um reostato (componente elétrico que consegue fazer uma alteração no valor da resistência em um circuito). A rotação da turbina foi medida por um sensor instalado no núcleo da máquina que transmitia em tempo real a variação de rotação da turbina. A velocidade da água também foi obtida através de um molinete calibrado.

- **Levantamento de mão de obra e manutenção (O&M):**

Foi feito por uma tabela um levantamento de preços da mão de obra que envolve a montagem da turbina, transporte, obras civis e montagem em campo e uma segunda parte da tabela referente a manutenção. No final da contagem da despesa, foi possível chegar ao mesmo custo da energia proveniente de fontes renováveis já instaladas recentemente no país, que é em torno de R\$1,91 por kW/h.

Tabela 1. Custo de mão de obra e manutenção O&M

Custo do equipamento	R\$ 15.000,00
Transporte	R\$ 6.500,00
Obras civis	R\$ 13.500,00
Apoio / Montagem em campo	R\$ 6.500,00
Total da Instalação	R\$ 41.500,00
Operador	R\$ 4.550,00/ano
Manutenção	R\$ 1.050,00/ano
Total O&M	R\$ 5.600,00/ano

Fonte: BRASIL JUNIOR et al (2007)

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo deste projeto é caracterizar experimentalmente um sistema que converta a energia cinética de rios em eletricidade, através da construção de um protótipo de uma turbina hidrocínética. Para poder garantir a obtenção de uma energia limpa e renovável.

E também usar esse experimento para motivar as percepções e interpretação individual de conceitos relacionados as transformações de energia em um contexto de Ciências Ambientais.

4 JUSTIFICATIVA

O excessivo uso de energia não renovável, causa a degradação (deterioração) do ambiente, onde essas energias são extraídas, ocorre o aumento da poluição atmosférica, devido à grande emissão de gases de efeito estufa, e tóxico. Causando problemas de saúde, principalmente no ser humano. E causando também o aquecimento global.

A escassez de energia limpa é um problema que tornou possível a realização do projeto da turbina hidrocínética, que tem como objetivo alcançar as comunidades e pessoas que carecem de recursos para obter outras formas de energia.

Os processos de montagem foram otimizados para serem de fácil acesso e entendimento, o orçamento foi pensado no custo-benefício, mas ao mesmo tempo visando o correto funcionamento da turbina hidrocínética.

A ideia inicial a todo momento foi relacionada a energia, o projeto tinha o foco inicialmente em turbinas que funcionavam de acordo com os ventos, mas acabou que devido a algumas pesquisas, o grupo decidiu focar em turbinas hidrocínéticas que é um modo mais acessível e inovador de obtenção de energia limpa e renovável, não requer busca constante por matéria prima, não gera resíduos justamente por não afetar em nenhum quesito a fauna e a flora do local onde ela foi instalada, baixo custo de geração (energia barata), capaz de gerar altíssima quantidade de energia e sustentar cidades inteiras e é muito estável. Mesmo produzindo menos energia com baixos níveis de água, ainda produz muita energia.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais utilizados:

- Motor 12v 10w;
- Minibomba de água;
- Lâmpada de Led;
- Abraçadeiras;
- Mangueira;
- Caixa de plástico;
- Boia e chumbo.

Figura 7 - Materiais utilizados



Fonte: elaborada pelo autor

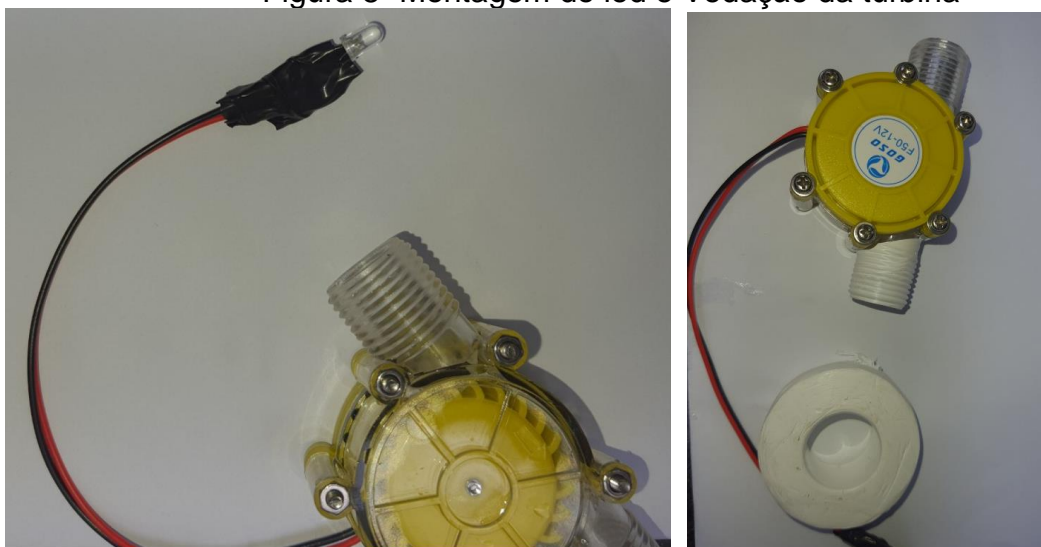
5.2 Proposta Final da Turbina Hidrocinética

5.2.1 Montagem do Modelo em Escala

Foi conectada a lâmpada de led no motor e a vedação da minibomba (turbina), colocou a boia para ajudar a fazer com que o motor não apoiasse no fundo do sistema e o chumbo foi responsável por fazer com que o motor não se movimentasse com o movimento da água.

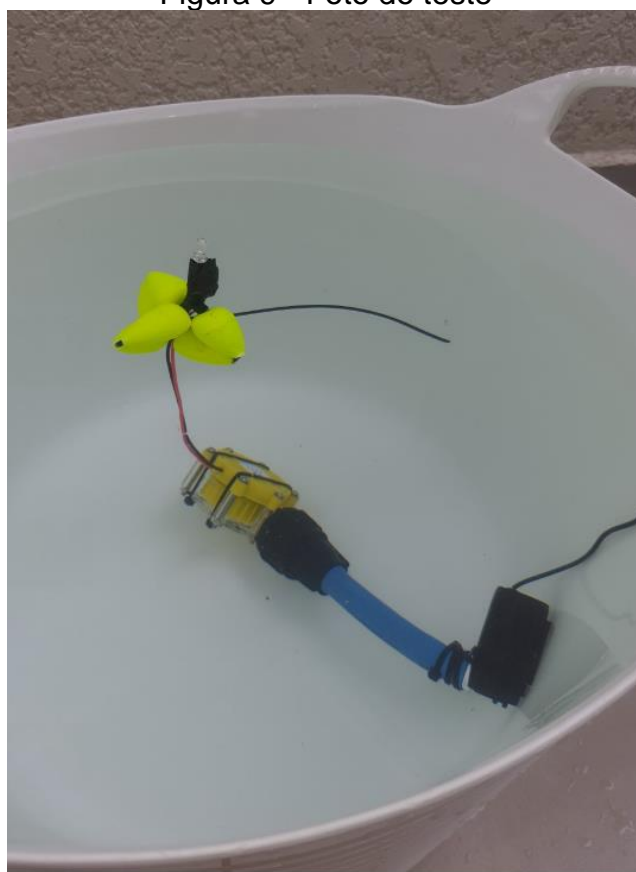
Foi feito um teste com a bomba de água para gerar um mini fluxo, mas a pressão não foi o suficiente para fazer o motor funcionar.

Figura 8 -Montagem do led e Vedação da turbina



Fonte: elaborada pelo autor

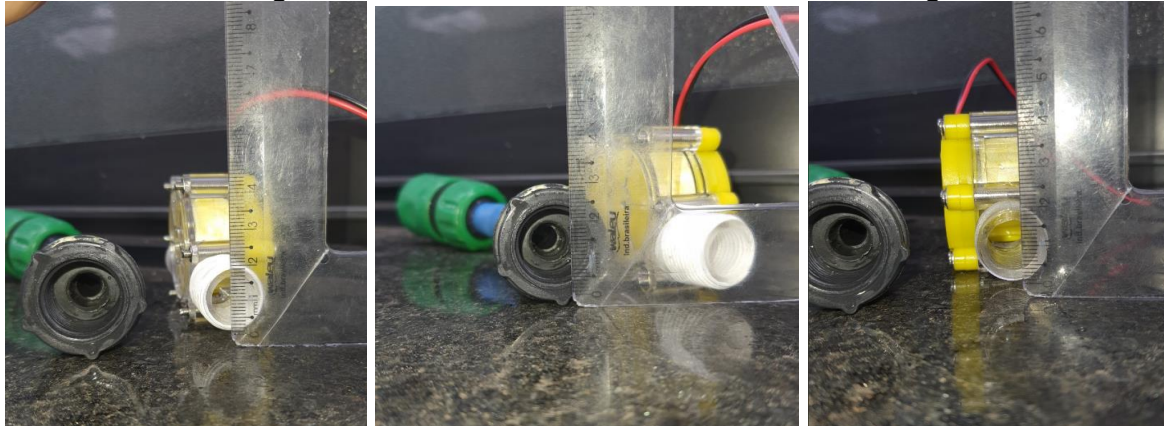
Figura 9 - Foto do teste



Fonte: elaborada pelo autor

Foi medido os valores dos diâmetros da mangueira e da saída da minibomba, os valores obtidos foram: diâmetro da mangueira 2,00 cm, e o diâmetro da saída da minibomba 1,3 cm;

Figura 10- Dimensões dos bocais de saída de água



Fonte: elaborada pelo autor

A mangueira foi conectada na torneira e na minibomba;

Figura 11 - Bocal de encaixe



Fonte: elaborada pelo autor

Foi feito um recipiente com marcação de 0,5L e 1L para medir a velocidade da água, em 4 etapas:

- Velocidade da água, sem o motor, com média pressão;
- Velocidade da água, sem o motor, com alta pressão;
- Velocidade da, com o motor, mínima para conseguir gerar energia;
- Velocidade da água, com o motor, com média pressão

Figura 12 - Construção do recipiente



Fonte: elaborada pelo autor

5.2.2 Orçamento

Tabela 2. Orçamento final do projeto

MATERIAIS	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO
Caixa de plástico	Estrutura de plástico capaz de suportar a turbina e a água necessária para seu funcionamento	1	R\$ 30,00
Mini bomba de água	Tem a finalidade de simular o fluxo de água de um rio	1	R\$ 45,00
Motor	Motor responsável pela geração de energia	1	R\$ 78,75
Mangueira	Responsável pela circulação de água no projeto	1	R\$ 15,50
Boia e chumbo	Boia de isopor e peso de chumbo	1	R\$ 8,00
		TOTAL	R\$177,25

5.2.3 Retorno Esperado

Tangível:

- Redução no custo da obtenção de energia elétrica.

Intangíveis:

- Redução da degradação do meio ambiente, da poluição atmosférica;
- Melhoria na qualidade de vida devido à disponibilidade de energia elétrica.

- Melhoria na qualidade de vida devido à redução na emissão de poluentes

6 VALIDAÇÃO

6.1 Procedimento

Foram realizados 5 testes, o primeiro teste feito com a bomba de água para gerar um mini fluxo, mas a pressão não foi o suficiente para fazer o motor funcionar. Com isso foi necessário colocar a mangueira para gerar o fluxo da água.

Foram feitos mais quatro testes, para descobrir a velocidade da água, para poder calcular a vazão.

6.2 Resultados

- ❖ Em todos os testes o volume de água considerado foi de 1L, e o tempo inicial de 0 segundos (s).

Tabela 3. Dados coletados e calculados

Testes	Tempo final (s)	Velocidade (V) (m/s)	Vazão (Q) (m ³ /s)
1	10,94	0,29	9,14x10 ⁻⁵
2	4,00	0,79	2,50x10 ⁻⁴
3	19,62	0,38	5,10x10 ⁻⁵
4	4,29	1,76	2,30x10 ⁻⁴

- **Teste 1**

Figura 13 - Teste 1 (Início/Final)



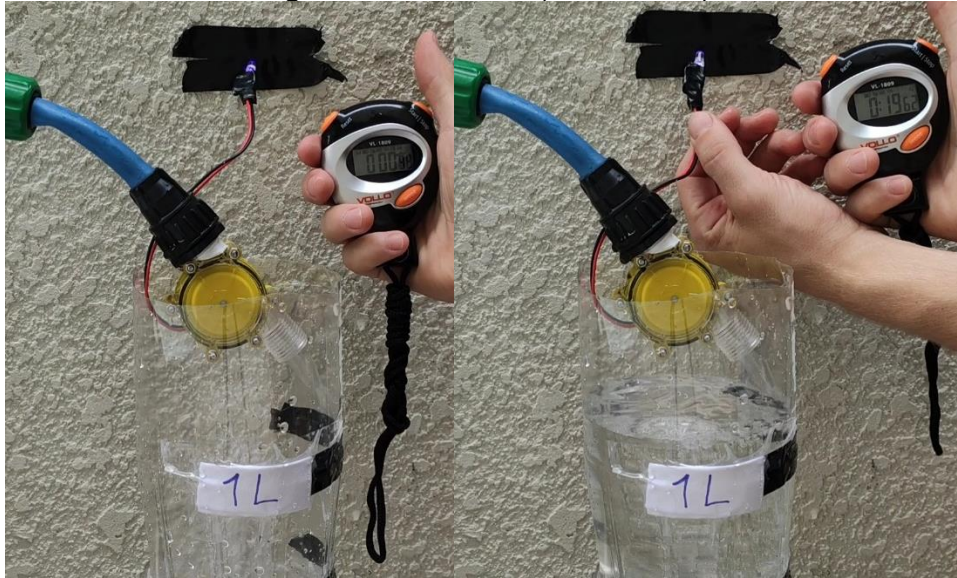
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 14 - Teste 2 (Início/Final)



Fonte: elaborada pelo autor

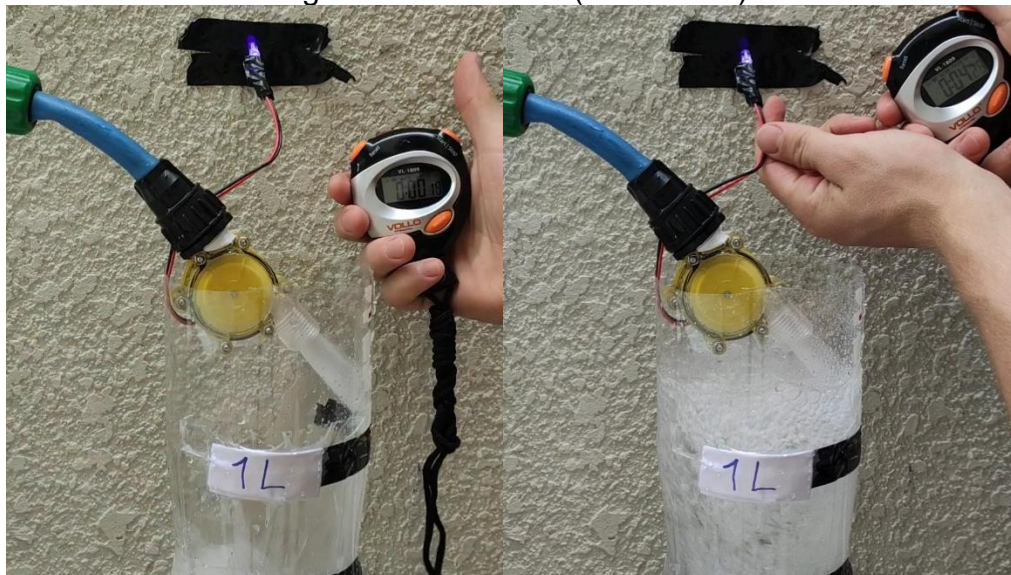
Figura 15 - Teste 3 (Início/Final)



Fonte: elaborada pelo autor

Para obter energia pela turbina hidrocínética, é necessário que a água tenha uma velocidade de 0,38m/s.

Figura 169 - Teste 4 (Início/Final)



Fonte: elaborada pelo autor

Com uma pressão maior passando pela turbina hidrocínética gera mais potência de energia elétrica.

7 CONCLUSÃO

Com esse projeto aprendemos a trabalhar em equipe assumindo responsabilidades, decisões e criando vínculos.

Aprendemos sobre a importância da sustentabilidade, convertendo energia cinética dos rios em eletricidade, garantindo a obtenção de energia 100% limpa e renovável, que não agrida o meio ambiente.

O estudo e caracterização experimental da turbina hidrocínética nos permitiu demonstrar que esse é um processo viável para produção de energia, visto que mesmo em uma escala reduzida conseguimos gerar energia, embora seja uma tecnologia simples, a geração de energia através de turbinas hidrocínética ainda é pouco explorada.

Assim, tendo em vista que esse sistema pode ser alimentado com água e funcionar de forma autônoma, se mostra vantajoso o investimento nessa tecnologia. Exibe uma considerável vantagem econômica em relação a outros processos de obtenção de energia, podendo ser um caminho sustentável para suprir as necessidades básicas de energia para lugares onde há a falta dela.

ANEXO I - MAPA DE EMPATIA, ÁRVORE DE PROBLEMAS.

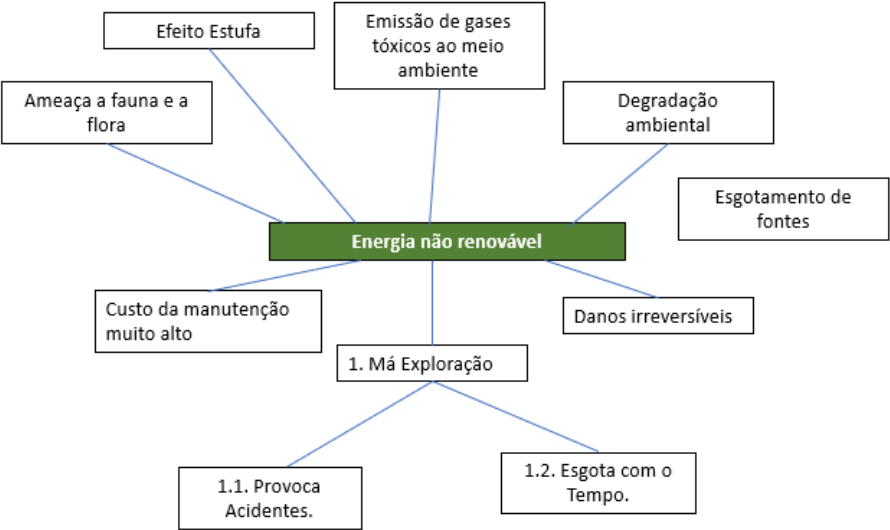
MAPA DA EMPATIA

Nome: Alberto Idade: 39



ARVORE DE PROBLEMAS

Árvore de Problemas da Energia Não Renovável



ANEXO II – CÁLCULOS REALIZADOS.

1º Teste: velocidade da água sem motor
com intensidade média (pressão)

Dados:

- Diâmetro = 2,00 cm $\Rightarrow r = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$
- Área = $\pi \cdot r^2 = 0,000314 \text{ m}^2$
- Volume = 1 L = $0,001 \text{ m}^3$
- Tempo = 10,94 s

Cálculo: Fórmula: $\frac{V}{t} = \vec{V} \times A$

$$\frac{0,001}{10,94} = \vec{V} \cdot 0,000314 \Rightarrow \vec{V} = 0,2911 \text{ m/s}$$
$$Q_v = 9,14 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

2º Teste: velocidade da água sem motor
com intensidade alta (pressão)

Dados:

- Diâmetro = 2,00 cm $\Rightarrow r = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$
- Área = $\pi \cdot r^2 = 0,000314 \text{ m}^2$
- Volume = 1 L = $0,001 \text{ m}^3$
- Tempo = 4 s

Cálculo:

$$\frac{0,001}{4} = \vec{V} \cdot 0,000314 \Rightarrow \vec{V} = 0,7961 \text{ m/s}$$
$$Q_v = 2,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

3º Teste: velocidade mínima para gerar energia pelo motor

Dados:

- Diâmetro = 1,30 cm $\Rightarrow r = 0,65 \text{ cm} = 0,0065 \text{ m}$
- Área = $\pi \cdot r^2 = 0,0001327 \text{ m}^2$
- Volume = 1 L = $0,001 \text{ m}^3$
- Tempo = 19,62 s

Cálculo: Fórmula: $\frac{V}{t} = \vec{V} \times A$

$$\frac{0,001}{19,62} = \vec{V} \cdot 0,0001327 \Rightarrow \vec{V} = 0,3840 \text{ m/s}$$
$$Q_v = 5,096 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

4º Teste: velocidade da água sem motor com intensidade média (pressão)

Dados:

- Diâmetro = 1,30 cm $\Rightarrow r = 0,65 \text{ cm} = 0,0065 \text{ m}$
- Área = $\pi \cdot r^2 = 0,0001327 \text{ m}^2$
- Volume = 1 L = $0,001 \text{ m}^3$
- Tempo = 4,29 s

Cálculo:

$$\frac{0,001}{4,29} = \vec{V} \cdot 0,0001327 \Rightarrow \vec{V} = 1,76 \text{ m/s}$$
$$Q_v = 2,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

REFERÊNCIAS

BRASIL JUNIOR, Antonio C. P.; VAN ELS, Rudi; SALOMON, Lucio R. B.; OLIVEIRA, Thiago; RODRIGUES, Anna Paula; FERREIRA, Wandyr O. **Turbina Hidrocinética Geração 3.**, 2007. Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/citenel2007/pdf/it46.pdf#:~:text=O%20termo%20Turbinas%20hidrocin%C3%A9ticas%20%C3%A9%20dedicado%20%C3%A0s%20m%C3%A1quinas,utilizando%20rodas%20d%C2%B4%C3%A1gua%20ou%20outros%20dispositivos%20mais%20rudimentares.> Acesso em: 23 abr. 2022.

Bridge Gap Renewables Inc. (2020). Turbina Hidrocinética. Uma solução de microrrede para comunidades fora da rede. Disponível em:

<https://solarimpulse.com/solutions-explorer/hydrokinetic-turbine#:~:text=Hydrokinetic%20turbines%20are%20designed%20for,of%20about%200.25m%2Fs> . Acesso em: 15 de maio de 2022.

CHEQUER, Sofia. TURBINAS HIDROKINÉTICAS. 2018. Disponível em: <https://mecanicaplicad.blogspot.com/2018/06/turbinas-hidrocineticas.html>. Acesso em: 24 abr. 2022.

CRUZ, Ricardo Wilson Aguiar da. Geração de eletricidade com turbina hidrocinética na Amazônia: o caso da comunidade de São Sebastião. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200040&lng=en&nrm=abn. Acessado em: 28 de março de 2022.

CRUZ, Ricardo Wilson Aguiar da. Micro-geração de eletricidade em pequenas comunidades isoladas da Amazônia com grupos-geradores hidrocinéticos e grupo diesel elétrico., 2005. PCH Notícias SHP News, pp. 11-13.

ELS, R. H.; **Sustentabilidade de projetos de implementação de aproveitamentos hidroenergéticos em comunidades tradicionais na Amazônia: casos no Suriname e Amapá.** 2008. Disponível em: https://fga.unb.br/articles/0001/0224/TCC_2_Victor_Augusto.pdf. Acesso em: 24 abr. 2022.

FELIZOLA, E. R., Maroccolo, J. F., & Fonseca, M. R. (2007). Identificação de áreas potenciais para implantação de turbina hidrocínética através da utilização de técnicas de geoprocessamento. <https://www.trabalhosgratuitos.com/Exatas/Engenharia/Hidroc%C3%A9tica-1007409.html>. Acesso em: 24 abr. 2022.

MELO NETO, C. J. de. (2018). Turbina hidrocínética para comunidades isoladas na Amazônia: aperfeiçoamento e adequação do uso do produto. *Inclusão Social*, 12(1). Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4456> . Acessado em: 28 de março de 2022.

Toda Matéria. **Energia Renovável.** Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/energia-renovavel/>. Acesso em: 13 de maio de 2022.

UNESP. **Turbinas Hidráulicas.** Disponível em: <http://www.dem.feis.unesp.br/intranet/capitulo8.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2022.