

Implementação e análise de micro gerador hidrelétrico no campus da Facens



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-031>

Jefferson Juliano Cardoso

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

João Vitor Messias

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

Luan Alves Barbosa de Oliveira

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

Kaique Soares Santos

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

Joel Rocha Pinto

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

E-mail: joel.rocha@facens.br

RESUMO

A crescente demanda por energia e as preocupações com a proteção ambiental têm impulsionado a exploração de fontes renováveis de energia como uma alternativa melhor em relação às fontes convencionais de energia. Além disso, as fontes de energia renovável permitem um fornecimento independente de energia para locais ou comunidades isoladas que não têm acesso à rede elétrica principal. Considerando essas afirmações, a utilização de micro centrais hidrelétricas representa uma opção conveniente e vantajosa de implantação. A implementação de micro gerador hidrelétrico no campus da Facens é utilizada devido a estrutura de fácil produção e baixo custo de instalação e tem a função, sobretudo, didático e pedagógica, fomentar o estudo, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e soluções aplicadas ao seguimento.

Palavras-chave: Microgeração, Comunidades, Campus Facens.

1 INTRODUÇÃO

A energia seja ela qual for é um elemento indispensável a sobrevivência humana. No âmbito da energia elétrica é indiscutível a importância dela para a sobrevivência e evolução da espécie. Em termos de suprimento energético, a eletricidade é uma das formas mais convenientes de energia (REIS, L. B. 2017).

O objetivo deste trabalho é fomentar e prosperar o tema de microgeração de energia no país para poder escalar o assunto a níveis nos quais estão ligados diretamente a vida da população brasileira com ênfase na população ribeirinha e de áreas rurais nas quais tem um potencial energético considerável e pouco acesso a distribuidoras de energia. O potencial hidrelétrico analisado no campus da Facens apresenta níveis de potência pouco usuais levando em consideração projetos de PCHs, todavia o propósito final da energia elétrica gerada nesse trabalho é recarregar baterias de lítio.



2 DESENVOLVIMENTO

Tendo definido detalhadamente o campo de atuação pretendido (tipologia de fluxo e gama de velocidades, e restrições dimensionais), a fase de projeto subsequente foi estruturada de acordo com o desenvolvimento e análise de arquiteturas alternativas capazes de fornecer a funcionalidade necessária e a escolha da solução considerada o mais eficaz.

Na Figura 1(a), pode-se notar a tomada de água via vertedouro na qual se foi idealizada. Mas o fluxo de água é de baixo volume e baixa velocidade de escoamento. Por esta razão fez-se necessário a implementação de um sistema de adução para condução da água seguindo o princípio de Bernoulli sobre a dinâmica dos fluídos conforme ilustra a Figura 1(b) (LIMA, D. R.).

Figura 1 – a) Tomada de água via vertedouro. b) Conduto forçado.



Fonte: Autoria própria

Devido a variação de fluxo de água, projetou-se uma roda d'água com maior número de *blades*, pois, segundo Wenzel (2007), cada elemento de pá contribui nas características de torque e potência do rotor. A fabricação da roda d'água foi realizada em impressão 3D no laboratório do FabLab dentro do próprio Campus da Facens. A Figura 2 apresenta a impressão 3D da Roda D'Água.

A posição de montagem da roda d'água e dos geradores foi definida após análise da altura da barragem e da queda, visando o maior aproveitamento.

Tendo analisado detalhadamente a situação atual da barragem e altura da queda, a montagem da roda d'água contemplaram as seguintes condições, priorizando a instalação da tomada de água com o conduto forçado (tubo):

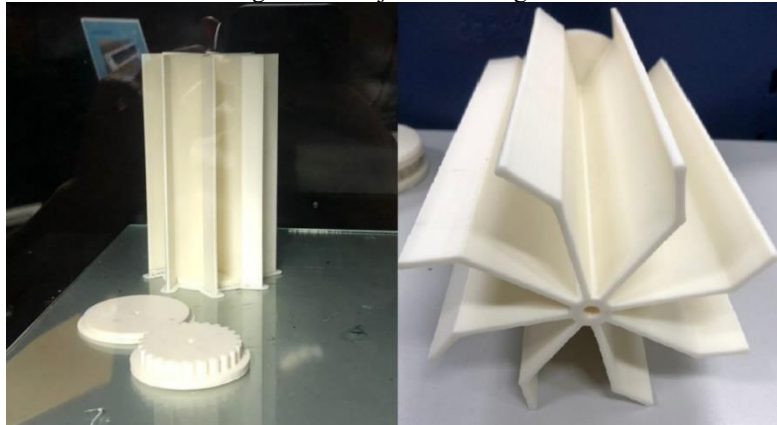
Condição 1: roda d'água acoplada ao gerador CA, com altura de 0,05 m.

Condição 2: roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,05 m.

Condição 3: roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m.



Figura 2 - Projeto roda d'água.



Fonte: Autoria própria

A Figura 3 apresenta a condição na qual todo o sistema é fixado na barragem no local da implementação para a condição 1.

Figura 3 - Roda d'água e gerador fixados a barragem – condição 1.



Fonte: Autoria própria

A montagem da roda d'água para a condição 3 de análise ficou definida conforme observa-se na figura 4.

Definido os parâmetros do projeto com base no estudo das topologias dos conversores *flyback* e *Boost* a próxima etapa foi o desenvolvimento da fonte chaveada de acordo com a análise do campo de atuação. Na Figura 5, observa-se o esquemático de uma fonte chaveada. O circuito projetado traz a seguinte proposta: corrigir o problema de variação de tensão que ocorre na saída do gerador, sendo a principal função dessa fonte receber a tensão do gerador, ou seja, uma tensão de entrada baixa e entregar um nível de tensão mais alto na saída e com estabilidade. A tensão que placa recebe do gerador é regulada, será direcionada para alimentar a carga e para fazer o carregamento de uma bateria interna com uma tensão fixa de saída mesmo havendo uma oscilação na entrada e de uma baixa amplitude. Esse conversor trabalha como regulador de tensão, entra uma tensão de baixa amplitude e variável e sai uma tensão fixa com uma amplitude maior (HART, D. W. (2012).



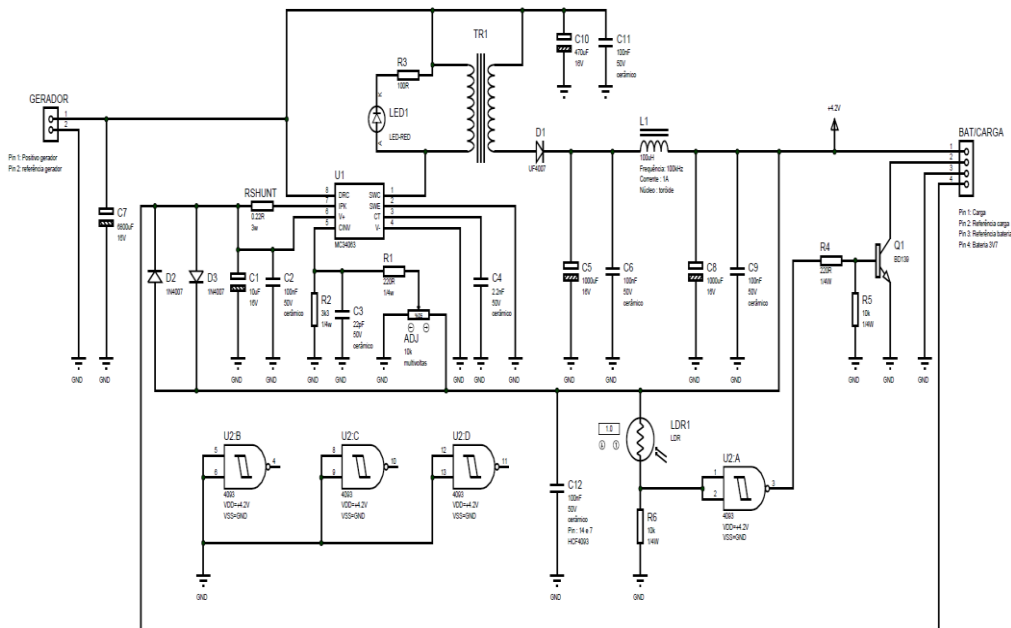
Figura 4 – Roda d'água e gerador acoplados na barragem (condição 3).



Fonte: Autoria própria

O gerador também auxilia na tensão do secundário aliviando o esforço magnético do núcleo. Ou seja, o secundário não gera uma tensão a partir do plano negativo, mas a partir da tensão de entrada do gerador. Nota-se um componente DC no sinal alternado de saída. O sinal de saída não é centralizado em 0V e sim na tensão que o gerador está enviado para o circuito.

Figura 5 - Esquemático da fonte chaveada.

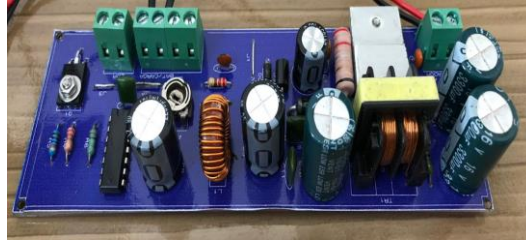


Fonte: Autoria própria

O protótipo construído pode ser observado na Figura 6, no qual foi instalado ao sistema na última condição de testes.



Figura 6 - Protótipo Fonte Chaveada.



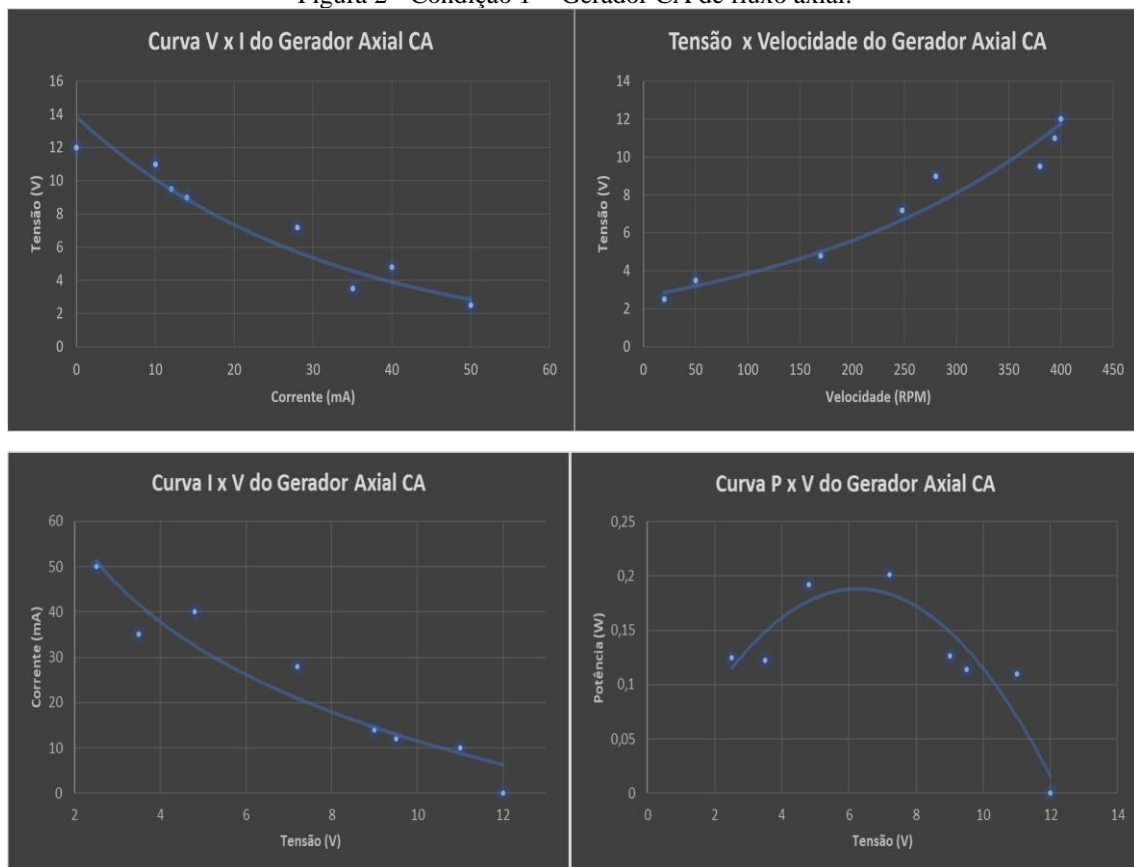
Fonte: Autoria própria.

3 ANÁLISE DE DADOS OBTIDOS

Para a condição 1 (roda d'água acoplada ao gerador CA de fluxo axial, com altura de 0,05 m) dos testes no local da implementação, o gerador CA foi acoplado a roda d'água, os testes no local da implementação foram iniciados e para obtenção de dados o gerador foi acionado pela roda d'água e submetido as diversas condição de carga.

A partir dos dados obtidos, foram construídos os gráficos referentes a Curva V x I do Gerador CA Tensão Gerada versus Velocidade, Curva I x V do Gerador CA e por fim e a Potência gerada em função da tensão gerada no gerador CA para a condição de testes 1 apresentados na Figura 7.

Figura 2 - Condição 1 - Gerador CA de fluxo axial.



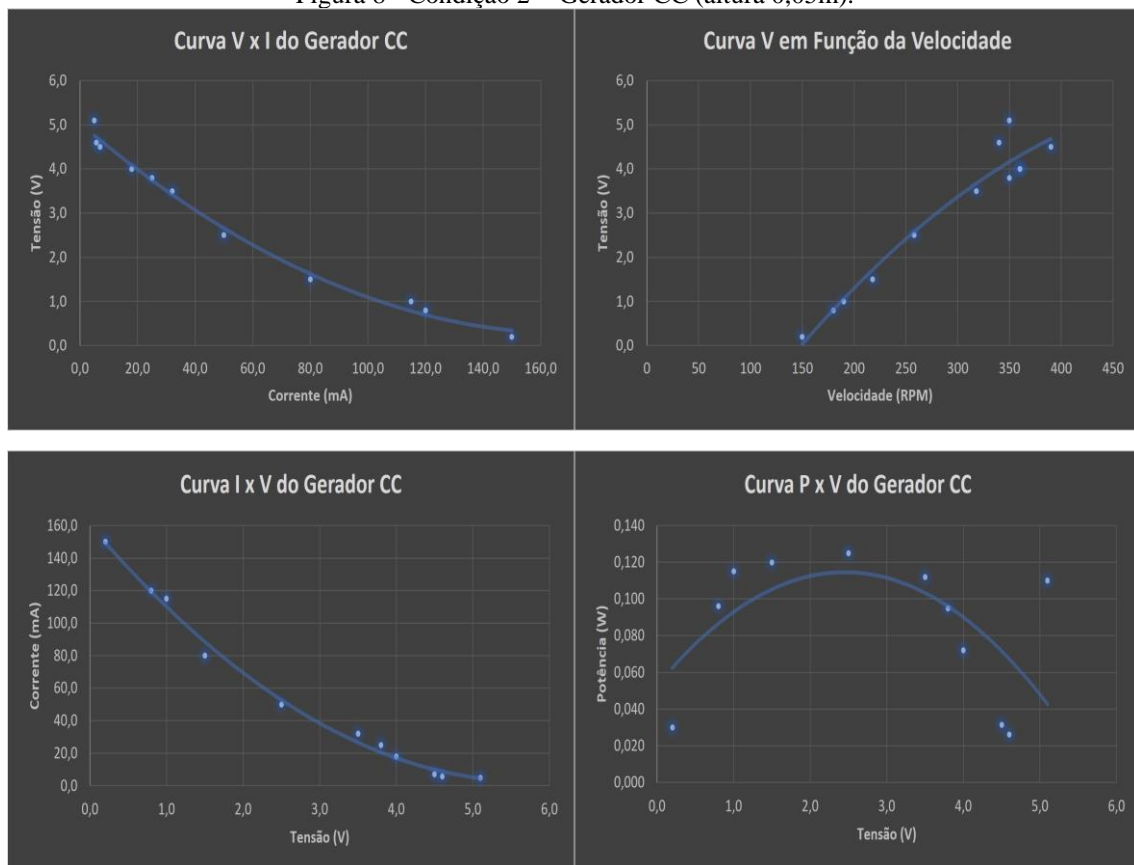
Fonte: Autoria própria



O gerador CA foi substituído pelo gerador CC, a condição da infraestrutura de acoplamento do gerador e posicionamento em relação ao duto se mantiveram os mesmos, para que fosse possível efetuar comparativos íntegros entre os dois modelos de geradores. Para obtenção de dados na condição 2 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,05 m) o gerador CC foi submetido as condições diversas de cargas resistivas, cargas nas quais foram utilizadas para os testes do gerador CA, assim obtendo os testes para a condição 2 de análise.

Foi possível produzir os gráficos no qual se pode observar a relação entre a Velocidade e a Tensão Gerada, a Curva V x I do Gerador CC, a Curva I x V do Gerador CC e a Potência gerada em relação a tensão gerada para gerador CC na condição 2 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,05 m). Os gráficos são apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Condição 2 - Gerador CC (altura 0,05m).



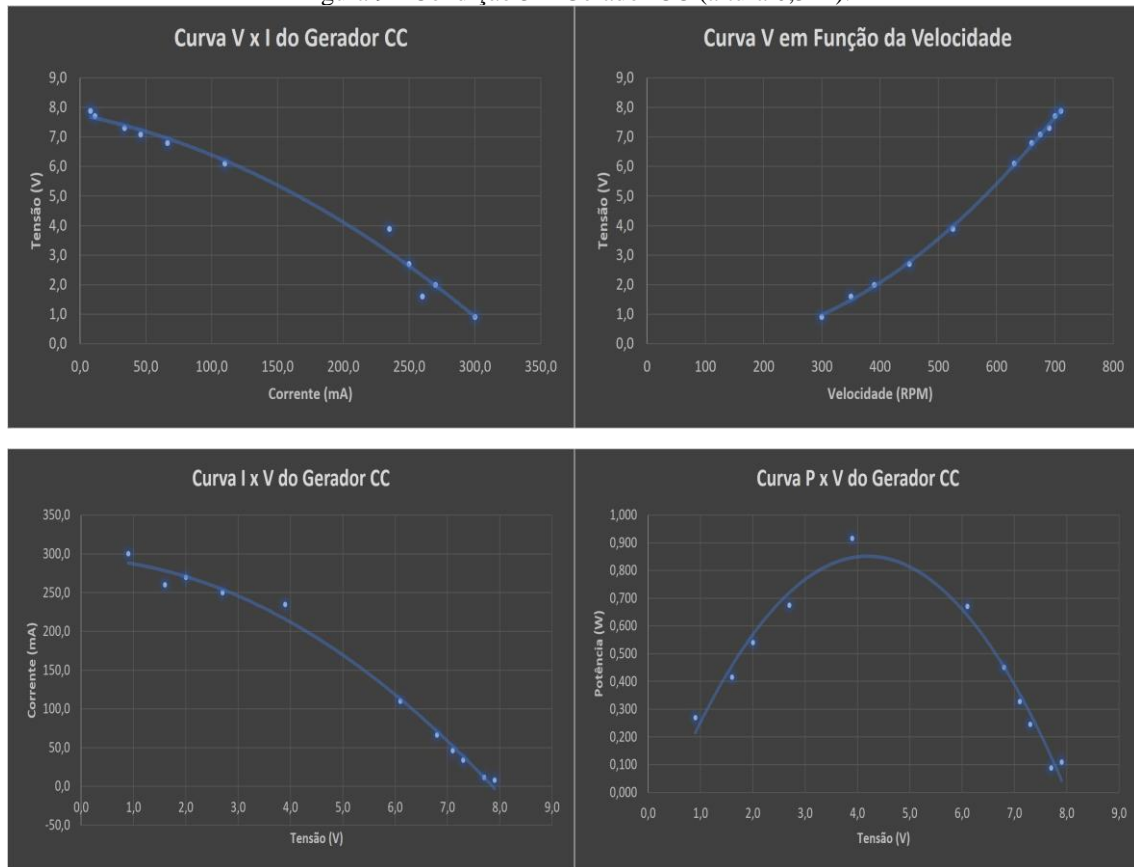
Fonte: Autoria própria

Após os testes realizados nas condições 1 e 2 foram efetuadas mudanças na fixação do arranjo físico da turbina e gerador CC à barragem, onde foi adicionado um cano PVC de 30 cm a saída do conduto forçado e também o novo cano teve sua ponta achatada com o objetivo de direcionar o fluxo de água por toda a roda d'água e assim obter um melhor aproveitamento em relação a torque exercido pela roda d'água. Após esta mudança na infraestrutura do sistema novos testes foram executados. Os gráficos relacionados a Velocidade e a Tensão Gerada, a Curva V x I do Gerador CC, a Curva I x V do



Gerador CC e a Potência gerada em relação a tensão gerada para gerador CC na condição 3 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m) são apresentados nas Figuras 9.

Figura 9 - Condição 3 - Gerador CC (altura 0,3 m).



Fonte: Autoria própria

Os testes obtidos para a condição 3 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m) permitem verificar o aumento da potência gerada em função da melhor performance do arranjo. Também é apresentada o Quadro 1 que possibilita uma rápida comparação entre as condições 1, 2 e 3 implementadas para a carga elétrica de 56 ohms.

Quadro 1 – Comparação de Geração entre as condições 1, 2 e 3 para a carga elétrica e 56 ohms.

Carga (Ω)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Potência (W)	Velocidade (RPM)	Condição de Análise
56	2,50	50	0,125	20	Condição 1 - Gerador CA (H=0,05m)
56	2,50	50	0,125	258	Condição 2 - Gerador CC (H=0,05m)
56	2,90	235	0,917	525	Condição 3 - Gerador CC (H=0,3m)

Fonte: Autoria própria



O Quadro 1 permite constatar a melhor performance do arranjo da condição 3 obtido, com um aumento de velocidade da turbina imposta ao gerador de mais de 100% quando comparado com a condição 2. E a potência gerada teve um aumento de 7,4 vezes o obtido na condição 2, perfazendo um aumento significativo de rendimento obtido na turbina e também no ponto de operação do gerador CC.

A potência estimada para essa condição 3 foi de 5,888 W, valor superior ao atingindo experimentalmente, mas ao considerarmos o rendimento de 70% da turbina, 60% do gerador e de 50% para o acoplamento multiplicador de velocidade, obtém um valor estimado de potência gerada de 1,236 W, sendo esse plausível com o obtido na prática para a carga elétrica de 56 ohms. Também se salienta que os rendimentos são estimados para essa condição 3, mas estão adequados para a nova topologia de arranjo implementada (GIERAS, J. F. (2010); CHAPMAN, S. J. (2013)).

Para a última condição de testes, denominada Condição Final, a infraestrutura de teste se mantém idêntica ao da condição 3, roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m. Para a condição de testes final a instalação da placa eletrônica de controle de cargas, também foram fixados ao poste outros dois componentes nos quais são de extrema importância para a condição final de testes, o LED no qual será alimentado pelo sistema de geração e o LDR (*Light Dependent Resistor* - Resistor Dependente de Luz).

A Figura 10(a) ilustra a infraestrutura ligando o gerador ao poste e conseqüentemente a luminária que aloja o LED cujo acionamento a partir da energia gerada por todo o sistema de microgeração concretizando o funcionamento do sistema, conforme apresenta a Figura 10(b).

Figura 10 – a) Instalação elétrica e montagem dos eletrodutos do gerador até o poste. b) Luminária com o LED instalado e em funcionamento.



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação e análise de micro gerador hidroelétrico no Campus da FACENS foi desempenhada levando em consideração a condição imposta na forma estrutural e econômica, sendo as dificuldades principais no âmbito da estrutura do local no qual o sistema foi implantado.



Como apresentado em todas as condições de testes para a implementação no Campus, todo o sistema depende do fluxo de água disponível, quanto menor o fluxo de água menor é a velocidade e torque de giro para o eixo do gerador e assim refletindo diretamente ao rendimento do sistema de microgeração em questão, isso fica claro na condição de teste final. O carregamento eficiente da bateria requer uma tensão gerada de entrada por volta de 1,5V, logo, para um carregamento eficiente da bateria há a dependência direta do fluxo de água no início do sistema.

Este trabalho permitiu colaborar para a evolução do estudo e desenvolvimento no tema de energia e concluir que a microgeração de energia poderá mudar um meio, uma comunidade, uma sociedade como método de geração em comunidades afastadas nas quais se tem a carência de energia elétrica.



REFERÊNCIAS

- CHAPMAN, S. J. (2013). Fundamentos de máquinas elétricas 5. ed. Porto Alegre: AMGH.
- GIERAS, J. F. (2010). Permanent Magnet Motor Technology: Design And Applications Edition: 3rd. Taylor & Francis CRC Press Group.
- Hart, D. W. (2012). Fontes de Alimentação CC. in: Eletrônica de Potência. AMGH.
- HART, D. W. (2012). Fontes de Alimentação CC. in: Eletrônica de Potência. AMGH.
- LIMA, D. R. (1 de Julho de 2020). Micro Central Hidroelétrica: como funciona, vantagens e benefícios. Fonte: OAK Energia: <https://oakenergia.com.br/micro-central-hidreletrica-producao-energia/>
- REIS, L. B. (2017). Geração de Energia Elétrica. 3.ed. . Barueri: Manole.
- Schreiber, G. P. (1978). Centrais Hidrelétricas. São Paulo, São Paulo, Brasil: Blucher.
- WENZEL, G. M. (2007). Projeto Aerodinâmico de Pás de turbinas Eólicas de Eixo Horizontal. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.