

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR ÁGUAS URBANAS.

GENERATION OF ELECTRICAL ENERGY BY URBAN WATER.

Rede de Ensino Doctum – Unidade Dom Bosco.

Victor Portela de Figueiredo graduando.

Engenharia elétrica 10º período.

Orientador: Luiz Gustavo Schröder e Braga.

RESUMO

Este projeto tem como objetivo demonstrar a obtenção de energia elétrica a partir da cinética hídrica de uma massa de água pelo ramal principal cedido pela concessionária de abastecimento, aproveitando um recurso urbano que é desperdiçado e tem um imenso potencial energético devido a sua contínua pressão e sem a degradação do meio ambiente. O projeto utiliza um mecanismo de boia específica magnética e gravitacional, desenvolvida para retardar o fechamento do registro do reservatório, estendendo o tempo de geração de eletricidade, esta boia específica é o principal elemento do projeto. O modelo utilizado para geração e conversão de energia é um mini gerador com uma turbina ligada ao fluxo de água adaptado ao sistema de abastecimento do reservatório, podendo alcançar 12V e 10W de potência máxima; um galvanômetro é utilizado para demonstrar a energia gerada como evidência da eficiência do método. Como o projeto foi produzido em um modelo reduzido, o resultado esperado é a geração de energia elétrica a partir da pressão padronizada da concessionária de abastecimento de água e utilizando de métodos de acoplamento magnéticos e acionamento por gravidade para otimização do recurso urbano, onde também será possível avaliar a eficiência energética a dinâmica e otimização com projeção em grande escala.

Palavras Chave: Cinética hídrica. Micro gerador. Galvanômetro. Eficiência energética.

ABSTRACT

This project aims to demonstrate the obtainment of electrical energy from the water kinetics of a body of water through the main branch provided by the supply concessionaire, taking advantage of an urban resource that is wasted and has an immense energy potential due to its continuous pressure and without the degradation of the environment. The project uses a specific magnetic and gravitational buoy mechanism, developed to delay the closing of the reservoir register, extending the electricity generation time, this specific buoy is the main element of the project. The model used for energy generation and conversion is a mini generator with a turbine connected to the water flow adapted to the reservoir's supply system, which can reach 12V and 10W of maximum power; a galvanometer is used to demonstrate the energy generated as evidence of the method's efficiency. As the project was produced in a reduced model, the expected result is the generation of electricity from the standardized pressure of the water supply company and using magnetic coupling methods and gravity drive to optimize the urban resource, where it will also be

possible to assess the energy efficiency, dynamics and optimization with large-scale projection.

Keywords: Water kinetics. Micro generator. Galvanometer. Energy efficiency.

1 – Introdução.

Com uma preocupação crescente nas últimas décadas com a preservação do meio ambiente, e ao mesmo tempo, com a Ascensão tecnológica da sociedade moderna, veio a necessidade da evolução no consumo consciente e utilizando das mais diversas formas para a obtenção de energia elétrica.

Visando diminuir gradativamente o consumo de eletricidade obtida por meio da energia nuclear, carvão e petróleo, fontes convencionais desta que geram um impacto ambiental muito grande e são baseadas em recursos limitados. (EPE,2012).

A emissão e acumulação de CO₂ na atmosfera e o conseqüente aquecimento global tem convencido a opinião pública que o uso de tecnologias de baixo impacto ambiental devem ocupar papel de destaque na produção de energia. (IEA,2012).

A cada dia tem crescido o número de estudos sobre novas fontes de energias, melhor aproveitamento e maior eficiência. Existe a possibilidade de transformar a energia cinética das águas urbanas em outras formas de energias, como por exemplo, a elétrica. (SANTOS, Rafael dos.2020).

Portanto, essa pesquisa explora os processos de conversão de energia no meio urbano, com o objetivo inovador, sustentável e eficiente, propondo um novo método na conversão de energias, analisando e demonstrando a viabilidade do aproveitamento energético da água em uma tubulação residencial.

Dentre as diversas tecnologias de geração de energia renovável, pode-se citar os sistemas eólicos, fotovoltaicos, usinas de incineração de resíduos e biomassa, além de pequenas usinas hidroelétricas como alternativas prováveis para a geração distribuída. Apesar de serem consideradas fontes de energia renovável, a geração

nestes sistemas não é regular e constante como as fontes convencionais de geração e energia elétrica, pois estas fontes renováveis têm alta dependência de fatores atmosféricos como ventos, nuvens, precipitações e o nível de radiação solar. (ABINEE,2012).

Visando alcançar o máximo de eficiência, será aprofundando as possibilidades de novas alternativas, e onde será desenvolvido protótipo para demonstração sobre a viabilidade do projeto em grande escala.

Um exemplo de aproveitamento dessa energia, já testada em alguns países como os Estados Unidos, é o uso de turbinas em pontos específicos da rede. Na cidade de Portland, no final do ano de 2014 começou a ser testado um tipo de tubulação com turbinas internas que se movimentam com o fluxo da água. A energia mecânica das turbinas é transmitida para geradores onde é transformada em energia elétrica, podendo gerar até 1100 MWh em um ano. (LUCID ENERGY, 2016).

Logo, se for possível gerar uma quantidade relevante de energia elétrica com águas urbanas, como por exemplo, águas residenciais, poderia se diminuir a necessidade de hidrelétricas e assim reduzir impactos em bacias hidrográficas. (SANTOS, Rafael dos.2020).

Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a resolução normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se do micro e da minigeração distribuídas.

Com o objetivo de reduzir os custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração; compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento (Resolução Normativa nº 414/2010); aumentar o público alvo; e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012.

Segundo as novas regras, que começaram a valer em 1º de março de 2016, é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. (ANEEL.2016).

Contudo, o objetivo é aprofundar e dar continuidade no estudo de meios de geração alternativa, e o modo escolhido foi a geração de eletricidade por cinética

hídrica urbana, que tem como objetivo a utilização de uma pressão de água que não esteja sendo aproveitado, como exemplo as tubulações do ramal de entrada da concessionária de abastecimento de água nas residências, prédios, indústrias têxteis entre outras aplicações. Espera-se que esta pesquisa traga benefícios a sociedade e a natureza, que tanto vem sendo degradada pelo progresso da humanidade.

1.1 – Apresentação do Problema.

Os meios de geração de energia convencionais utilizados em grande escala são muito prejudiciais ao meio e conseqüentemente a nossa sobrevivência; desta forma deu-se início a busca por outros meios de geração de energia, são as chamadas "energias alternativas".

1.2 – Objetivos do trabalho.

O objetivo geral do trabalho é, explorar como a energia das águas urbanas podem ser melhor aproveitadas, transformando o desperdício em otimização, e conseguindo reaproveitar a pressão disponibilizada através de uma tubulação de água de uma residência no meio urbano, ou rural com baixo custo e de forma ecológica.

Os objetivos específicos são:

- Apresentar um conceito diferente de microgeração de eletricidade, aliado a um dispositivo magnético-gravitacional de boia instalado em um reservatório de água, aumentando o tempo de geração;
- Utilizar galvanômetro para medição de corrente, tensão e potência aparente produzida pelo micro gerador;
- Mostrar as vantagens e desvantagens deste projeto.

1.3 – Justificativa e Importância do Trabalho.

Este projeto torna-se importante devido a um modelo diferente de obtenção de energia, utilizando ferramentas de estudos eletromagnéticos, mecânicos e hidrodinâmicos, em um micro gerador DC adaptado com um modelo (BMG07) de boia magnética-gravitacional; método criado para este estudo visando maior

otimização e eficiência energética, principalmente pela geração de energia elétrica por meio das águas urbanas que é pouco estudada e utilizada no país.

2 – Aspectos internacionais.

O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural: petróleo e derivados 31,7% Carvão 28,1% Gás natural 21,6% Matriz Energética Mundial 2018. (EPE.2021).

Matriz energética mundial 2018.

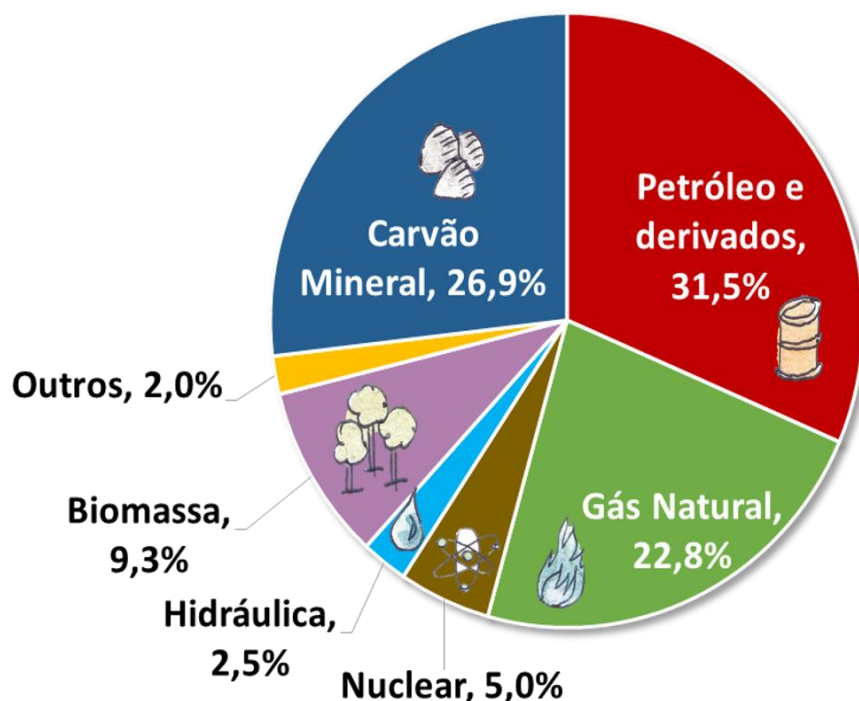


Gráfico 01: Matriz Energética Mundial 2018. (IEA, 2021).

Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

A procura global de eletricidade caiu cerca de 1% em 2020, com a procura a diminuir de forma mais acentuada no primeiro semestre do ano, dado que os bloqueios restringiram a atividade comercial e industrial. A demanda foi, às vezes, 20-30% menor do que os períodos pré-bloqueio.

As economias avançadas se recuperaram na segunda metade de 2020, mas permaneceram na maior parte abaixo dos níveis de 2019. (IEA,2020).

A demanda por eletricidade deverá aumentar 4,5% em 2021, apoiado pela recuperação da atividade econômica e pelo rápido crescimento nas principais economias emergentes, como a China. (IEA,2020).

Fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 2% da matriz energética mundial, assinaladas como “Outros” no gráfico. Somando à participação da energia hidráulica e da biomassa, as renováveis totalizam aproximadamente 14%. (EPE.2021).

2.1 – Aspectos nacionais.

Nota-se que desde 1970 até meados de 2010 houve redução da participação das fontes renováveis na matriz elétrica mundial, devido a fatores climáticos. Com o desenvolvimento da energia eólica, solar fotovoltaica e biomassa observa-se a retomada da participação das fontes renováveis. (IEA, 2019).

Comparação entre o consumo de energias renováveis no Brasil e no Mundo.

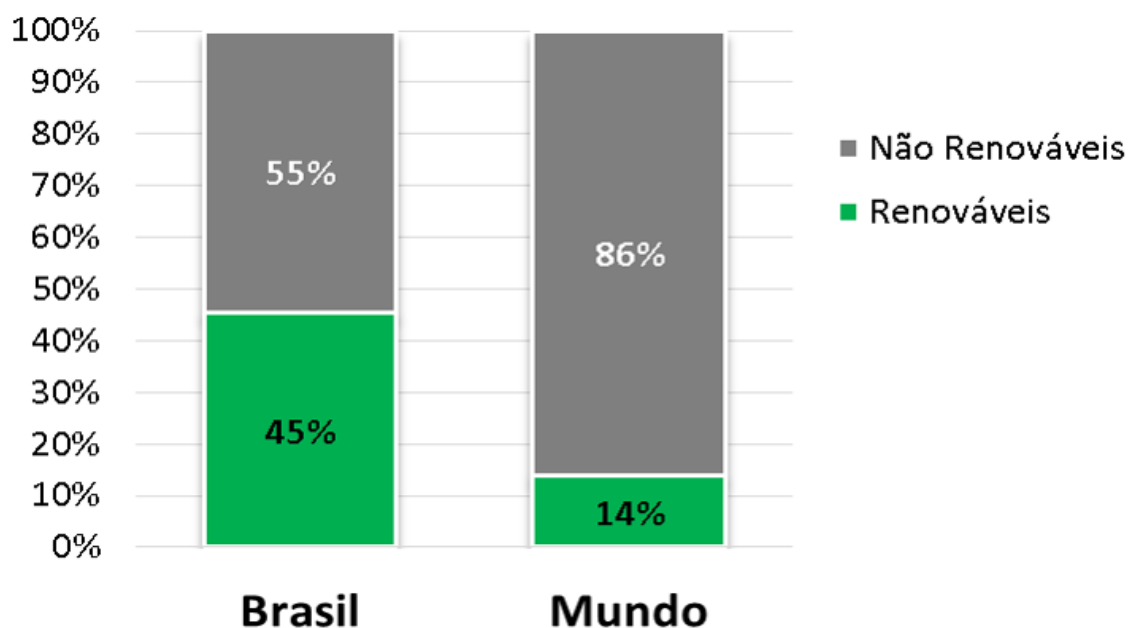


Gráfico 2: Consumo de energias renováveis no Brasil e no Mundo. (EPE.2021).

Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

As grandes hidrelétricas respondem por cerca de 80% da geração de eletricidade doméstica, dando ao sistema elétrico uma grande flexibilidade operacional. A expansão contínua da energia hidrelétrica é cada vez mais limitada pelo afastamento e sensibilidade ambiental de grande parte do recurso

remanescente, embora 20 GW de capacidade hidrelétrica estejam em construção na região amazônica. (IEA,2021).

Percentuais das fontes renováveis e não renováveis.

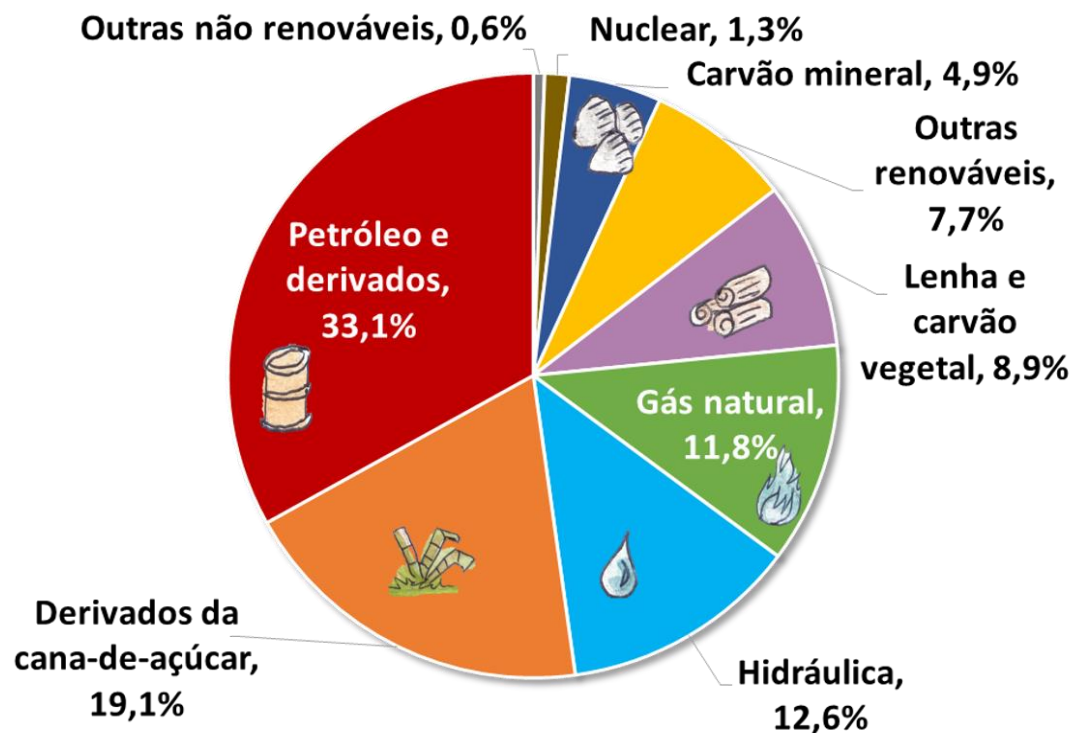


Gráfico 03: Percentuais das fontes renováveis e não renováveis.

Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

A matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável. (EPE,2020).

O mercado global de renováveis terá desempenho inferior em 13% em relação a 2019, mas retomará a trajetória de crescimento em 2021, aponta relatório da Agência Internacional de Energia (IEA). A entidade estima que 167 Gigawatts de capacidade nova serão instalados em 2020 e aponta que as fontes têm apresentado resiliência apesar dos impactos da pandemia de coronavírus. (IEA,2021). Desenvolvimentos recentes prometem o 20º ano consecutivo de crescimento para a geração de eletricidade baseada em energias renováveis em 2021. A expansão da

geração a partir de energias renováveis deve fornecer pouco mais da metade do aumento no fornecimento de eletricidade em 2021. (IEA,2020).

2.2 – Vantagens e desvantagens de geração por hidrelétrica.

A hidreletricidade depende de meteorologia. É claro que, uma vez nos reservatórios, a água entra no mercado. Os problemas da hidreletricidade por causa das questões ambientais e dos movimentos contra as grandes represas levam à tendência de abandono da hidreletricidade. É preciso que o governo negocie democraticamente com os movimentos ambientalistas. Em razão dos impactos ambientais, devem-se reduzir as dimensões das áreas inundadas por futuras barragens no Brasil. (Rosa, Luiz Pinguelli.2007).

A construção de barragens hidrelétricas gera impactos ambientais na bacia hidrográfica de um rio. Logo, se for possível gerar uma quantidade relevante de energia elétrica com águas urbanas, como por exemplo, águas residenciais, poderia diminuir a necessidade de barragens hidrelétricas e assim diminuir impactos em bacias hidrográficas. (SANTOS, Rafael dos.2020).

Ante a geração de eletricidade a partir dos combustíveis fósseis (derivados de petróleo, carvão mineral e gás natural), a energia hidrelétrica que utiliza como “combustível” a água é apresentada como uma fonte energética “limpa, renovável e barata”. No Brasil, a hidreletricidade é responsável

por cerca de 76,6% da capacidade instalada de geração no país, e por 82,8% da eletricidade consumida (Aneel, 2007).

2.3 – Vantagens e desvantagens da geração de energia por cinética hídrica urbana.

Sistemas hidro cinéticos utilizam rodas d'água ou turbinas para a produção de energia elétrica, impulsionadas apenas pela velocidade do rio, ou seja, sem a necessidade de barragem ou queda d'água. Em qualquer dispositivo hidro cinético, a potência varia proporcionalmente ao cubo da velocidade da água. Sendo assim, para que o dispositivo seja viável, é fundamental que haja uma velocidade mínima, abaixo da qual o torque proporcionado pelo fluxo de água mal supera as resistências internas do dispositivo e a potência elétrica gerada é nula ou desprezível frente aos investimentos realizados. (ELETROBRÁS,2008).

“Sustentabilidade também pode ser definida como a capacidade do ser humano interagir com o mundo, preservando o meio ambiente para não comprometer os recursos naturais das gerações futuras” Gro Harlem Brundtland KEINER (2006).

Micro central Hidrelétrica instalada em uma propriedade rural.



Gráfico 04: Micro central Hidrelétrica instalada em uma propriedade rural.
Fonte:<https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/brasileiros-criam-micro-hidreletrica-capaz-de-abastecer-5-casas/>

No âmbito nacional, engenheiros já criaram sistemas similares de geração de energia elétrica a partir de ramais hidráulicos, com estrutura robusta e viável economicamente, segundo a matéria do site O Ciclo Vivo que é um site de notícias especializado em temas relacionados à sustentabilidade, onde foi publicado... ”Dois engenheiros mecânicos de Curitiba se aproveitaram de suas habilidades, e de seus conhecimentos sobre a capacidade hídrica do Brasil e desenvolveram uma micro usina hidrelétrica independente que pode ser instalada e utilizada em residências; O equipamento criado por Felipe Wotecoski e Juliano Rataiczuk tem capacidade de

gerar até 720 Kilowatts/hora por mês. Na prática, essa potência representaria uma economia de cerca de R\$ 500 mensais na conta de luz”.

O equipamento, que ainda está em fase de aprimoramento de protótipo, foi aprovado pela Copel (Companhia Paranaense de Energia) e atende em 100% as normas da Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). (SANTOS, Emily.2018).

Felipe e Juliano são fundadores da startup Metha, responsável pelo aprimoramento do protótipo da usina. A startup vai servir para gerenciar o valor de R\$ 1 milhão que a mini usina ganhou do programa Empresa Brasileira de Inovação e Pesquisa (Finep), para selecionar empresas distribuidoras dos equipamentos necessários e instalar sua linha de montagem.

Minas e Energia 2007 a Eficiência Energética: “[...] pode ser interpretada como a economia de energia gerada para executar a mesma atividade antes realizada, seja pelo uso de um equipamento mais eficiente (característica técnica), ou mesmo de uma nova tecnologia, ou apenas pelo uso racional da energia (característica comportamental). O mesmo estudo considera que a “substituição energética” de uma fonte por outra menos nobre, como é o caso da energia elétrica por energia solar para gerar energia térmica, gera uma eficiência energética no sentido da prioridade do uso de fontes mais econômicas ou menos competitivas (característica de substituição energética)” (PESQUISA ENERGÉTICA, 2007).

2.4 – Metodologia.

Inicialmente surgiu a idéia de transformar a energia cinética de uma tubulação de água pela contínua pressão que é normalizada pela concessionária de abastecimento, conforme a NBR12218 sobre Projeto de rede de distribuição de água, onde no capítulo 5, parágrafo 5.4.1, diz que “A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa.”para abastecimento público.

Desta forma, o próximo desafio foi a necessidade de um modelo diferente de boia, que não fosse eletrônica, e com abertura do registro da boia retardado, e de forma eficiente evitar o consumo de corrente no sistema, criando um modelo de boias com acoplamento magnético exclusivo para este projeto, e sendo acionado por gravidade, que ocorre devido a diferença de massas entre as boias 1 e 2; e ao

mesmo tempo otimizando a vazão, e estendendo o tempo necessário para fechar o registro do reservatório,. Esse mecanismo de boia magnético-gravitacional (BMG07) específico inserido dentro do reservatório de água, com as duas boias de tamanho idêntico enclausuradas e conectadas por um fio de nylon em um cilindro de PVC com 100mm de diâmetro e com duas pequenas aberturas na vertical para entrada da água com mostra a figura do projeto.

Visão Geral do sistema.

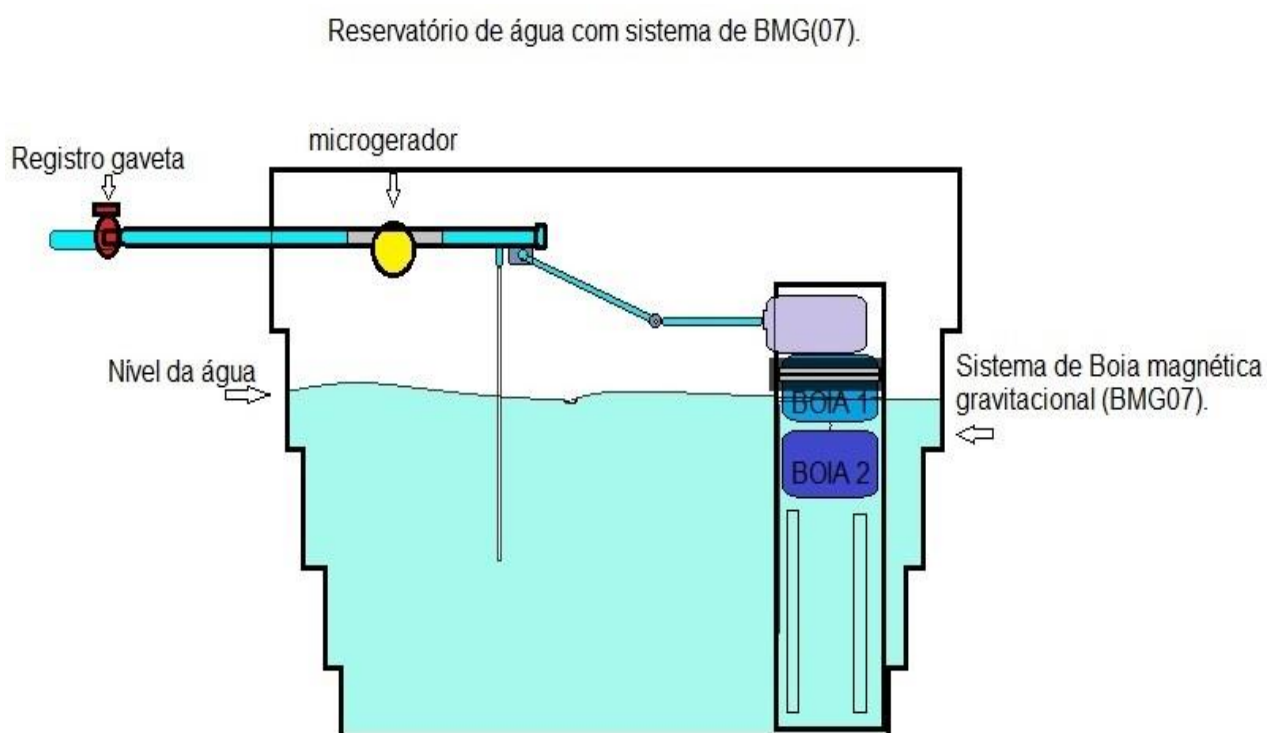


Gráfico 05: Esquema de Boia magnética-gravitacional.

Fonte: Boia magnética gravitacional. (autor.2021).

O acoplamento magnético é feito por ímãs flexíveis que ficam no topo da torre com as fitas magnéticas da boia 1, os ímãs flexíveis, como os usados em porta de geladeira, são feitos com uma combinação de ferrite (minério de ferro, carbonato de bário) e plástico. A massa obtida é injetada em moldes para dar o formato de fita. Depois passa por um magnetizador, que cria as linhas magnéticas e faz com que ele se transforme em um ímã, possibilitando que o ímã continue atraindo ferro e outros metais.

Boia magnética gravitacional

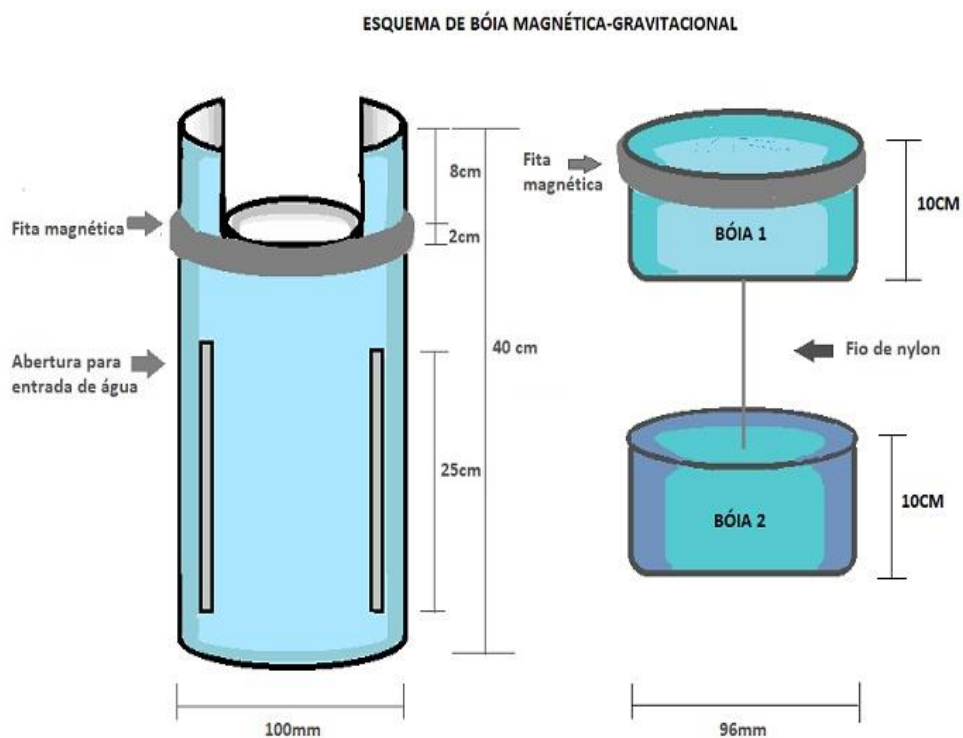


Gráfico 06: Esquema de Boia magnética-gravitacional

Fonte: Boia magnética gravitacional. (autor.2021).

Imã flexível:



Gráfico 07: Imã flexível

fonte: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/metais-e-artefatoimatec-produtos-magneticos-ltda-epp/produtos/produtos-magneticos/ima-flexivel>

Os perfis magnéticos ou ímãs flexíveis permanentes, podem ser facilmente manipulados e seus polos magnéticos estão posicionados em apenas uma superfície do perfil e foram desenvolvidos para apresentar grande atração magnética em superfícies ferrosas.

Os perfis escolhidos para o projeto com esta proporção têm dimensões de largura 9,0 mm e 314 mm de comprimento, com espessura de 2 mm e com força de atração de acordo com a fabricação do material é de aproximadamente 60g/cm² e com densidade de fluxo magnético que é (equivalente a quantidade de linhas de campo em um determinado angulo) de 600 Gauss.

Desta forma foi utilizado um ímã flexível na radial e no topo onde foi instalado com duas voltas ao redor do tubo; e também na boia superior para melhor atração magnética entre eles. Esse resultado foi obtido através de experimentos no próprio reservatório ; que. quando o nível do reservatório estiver na posição programada, a boia inferior por ter maior massa, puxa por gravidade a boia 1 acionando o sistema.

Acionamento do sistema BMG07.

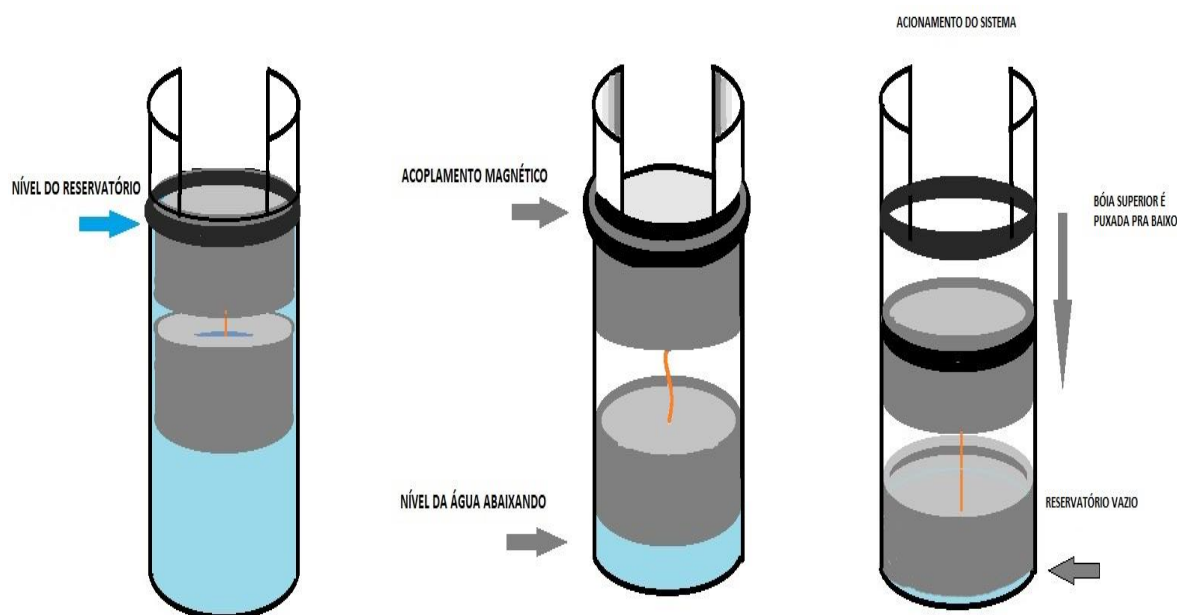


Gráfico 08: Acionamento do sistemaBMG07.

Fonte: Acionamento do sistema BMG07 (Autor 2021).

A boia 2, por sua vez, tem o peso necessário para romper a atração magnética da boia superior, e segue o nível da água que vai diminuindo até o ponto programado para acionamento do sistema; quando esta boia começa a ficar suspensa, sua massa superior puxa para baixo a boia superior acionando a abertura do registro, renovando o ciclo de abastecimento, embora se possa usar qualquer reservatório de água, e necessário que haja um fluxo de água constante por um longo período de tempo para que o micro gerador seja eficiente e funcional, e consiga carregar um pequeno banco de baterias.

Funcionamento do sistema BMG07.

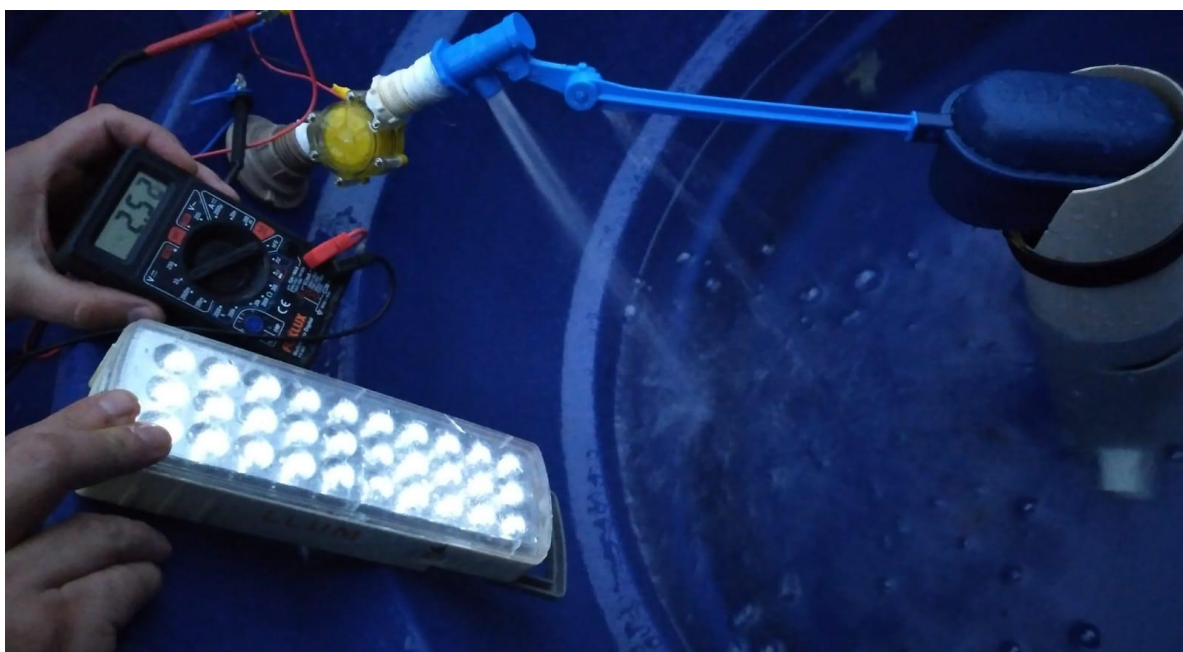


Imagem 09: Funcionamento do sistema BMG07

Fonte: Boia magnética gravitacional (autor.2021).

Com um micro gerador inserido no ramal de entrada de água de uma residência com a finalidade de gerar energia elétrica a partir da constância de pressão de água da concessionária, e por se tratar de um projeto de pequeno porte em nível de estudo, poderia ser viabilizada sua utilização em grande escala, sendo para isso necessária adaptação para cada modelo de utilização proposto, e assim espera-se que esta pesquisa possa contribuir com novas alternativas de microgeração otimizada e com eficiência energética; Devido a dificuldades na

criação, o gerador foi comprado pronto com a intuição de ter uma melhor relação de custo, prazo e benefício.

Micro gerador:

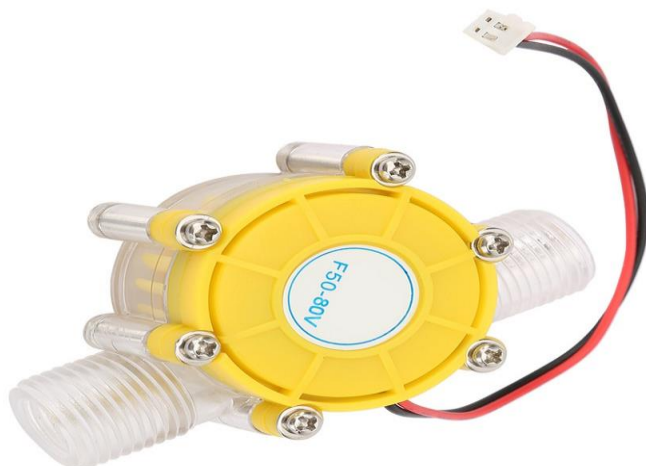


Imagem 10:Microgerador por fluxo de água.

Fonte: <https://www.submarino.com.br/produto/2060542186>

2.5 Resultados obtidos:

O protótipo obteve êxito pelo projeto proposto, visto que depois de alguns ajustes no tamanho do braço do registro da boia, altura no ângulo de fechamento, e regulação manual da pressão do registro, o sistema entrou em funcionamento, e gerou energia durante 2 horas e 47 minutos, sendo observado transformação das energias.

A turbina captou a energia cinética do fluxo da água e transformou em energia rotacional da maneira esperada. O gerador se comportou da maneira adequada e esperada, apesar de que o modelo escolhido tenha sido subdimensionado para este fim. Conclui-se que este projeto funcionaria muito bem em derivações secundárias da concessionária de abastecimento, como também nas indústrias e até mesmo na irrigação na agricultura, sendo que para essas utilizações seriam necessários um gerador de maior porte e mais alguns dispositivos para otimização e personificação. Portanto, os resultados atenderam as propostas e objetivos estipulados para este trabalho e o protótipo ficou em funcionamento até o escoamento de 20 por cento de um reservatório de água residencial de 500 litros.

Sistema BMG07 gerando energia, com tensão de 12,14 Volts.

Imagem 1

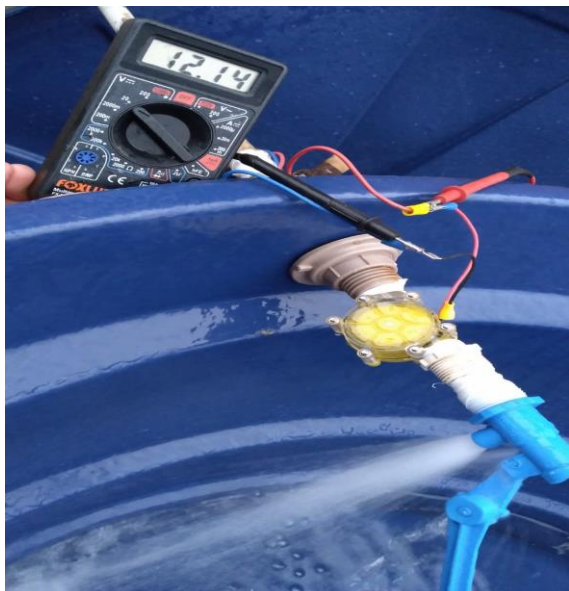
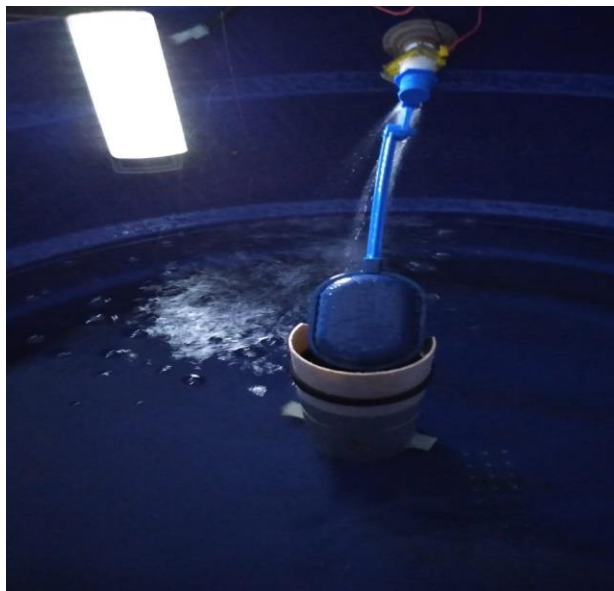


Imagem 2



Imagens 1 e 2 do protótipo em funcionamento, gerando uma tensão de 12,14V.

A eficácia do método é provada por uma luminária de LED com 30 LEDs de 0,333...Watts cada que acende, demonstrando que a energia cinética do fluxo da água fez a turbina girar e através de indução eletromagnética gerou energia elétrica no gerador como projetado, sendo obtido no máximo de tensão de 12,78 volts sem comprometer o sistema, o mesmo teve corrente máxima e contínua de 0,823 amperes, e potência máxima de 10 Watts. As concessionárias de distribuição de água nas cidades normalmente disponibilizam para os consumidores uma pressão maior do que a necessária para se conseguir abastecer os reservatórios. Logo, parte da energia potencial desta massa de água pode ser transformada em energia elétrica por micro geradores, onde seus materiais não precisam ser tão robustos quanto aos utilizados em hidrelétrica, e isto pode resultar em peças mais econômicas, além do pouco espaço que exige para sua instalação e mesmo que a pressão não seja uma constante ao decorrer do dia, é possível direcionar essa energia gerada para um banco de baterias acumulando para uso posterior.

Na imagem 3 e 4, a boia magnética gravitacional está em funcionamento.

Imagem 3



Imagem 4



Imagem 3 e 4 a boia principal está totalmente submersa, liberando toda a capacidade do fluxo de água e com duração de geração de energia contínua de aproximadamente 2 horas e 47 minutos até o acoplamento magnético fechar o ciclo, onde, para medida de segurança foi programado o fechamento do registro com 80 por cento do reservatório vazio, desta forma renovando o ciclo, sem comprometer o consumo.

Imagem 5



Imagem 6



Imagem 11: Fotografias do sistema
Fonte: Autor .(2021).

Como observado nas imagens 5 e 6 temos o sistema alimentando uma carga 12 Volts de tensão contínua e com 30 LEDs de 0,333 W cada, no total de 9,99 W de potência ativa.

3 Considerações finais:

As fontes de energia renováveis são uma tendência para mini e microgeração de energia elétrica em todo o mundo e especialmente no Brasil, que possui altos índices de irradiação solar, ventos, marés e abundância de recursos hídricos. O Brasil, assim como vários países no mundo, está adotando políticas de incentivo à implantação de sistemas de geração de energia alternativa, diversificar a matriz energética e incentivar pesquisas no setor.

O presente trabalho é uma das primeiras pesquisas na área de geração de energia com águas urbanas no Brasil e os resultados alcançados já se mostraram satisfatórios. Com o gerador conseguiu-se acender trinta micro lâmpadas de LEDs de doze volts simultaneamente, gerando uma energia luminosa notável. As estimativas de potências realizadas se mostraram relevantes. Conseguiu-se idealizar conceitos sobre a geração de energia com águas urbanas, conseguiu-se fazer várias abordagens demonstrando como a amortização da necessidade de construções de barragens hidrelétricas poderia trazer benefícios ambientais. Pode-se observar que existe a possibilidade de alcançar melhores resultados com novas pesquisas utilizando equipamentos mais eficientes.

Esse sistema poderia ser instalado em fábricas e indústrias têxteis, devido a sua fácil instalação, não necessitando realizar modificações estruturais das tubulações existentes e até mesmo sendo instalados nas tubulações e derivações secundárias da concessionária de abastecimento de água.

Também é eficiente em reservatórios elevados de abastecimento de água de pequenos municípios; otimizando a energia potencial gravitacional do reservatório.

Podendo também ser instalado em quedas d'água direcionada em cachoeiras, em irrigação na agricultura onde o fluxo de água é em escala muito superior que nos consumidores comuns, e com maior potencial para a transformações das energias.

Referências bibliográficas:

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. 2012.

ANEEL - **Informações Técnicas/Geração Distribuída**, por: SCR - publicado: 22/01/2016 09:39, última modificação: 02/03/2016 17:08, acessado em: 09/10/2021. https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introduc-1/656827.

BERMANN, Célio. **Impasses e controvérsias da hidreletricidade**. Estudos Avançados [online]. 2007, v. 21, n. 59 [Acessado 31 outubro 2021], pp. 139-153. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100011>>. Epub 26 Out 2007. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/S010340142007000100011>.

COSTA, Paulo Almeida. **Turbinas – As máquinas primárias**. Escola Superior de Tecnologia de Viseu, 1999. Disponível em (www.estv.ipv.pt). Acessado em abril de 2021.

ELETOBRAS. **Projeto Ribeirinhas: Biomassa Sólida. Centrais Elétricas Brasileiras SA. 2008**. http://www.eletobras.com.br/EM_Programas_Ribeirinhas/sistemas.asp.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. 2018**, acessado em: 12/10/2021 <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. 2018**, acessado em: 12/10/2021. <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

IEA. International Energy Agency. **Energy Technology Perspectives. Organization for Economic Cooperation & development**. Paris, 2012.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Data and statistics 2020**, acessado em: 09/10/2021. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Technology Road map: Energy Storage. Paris, 2019, **Relatório de status global de energia e CO2 IEA (2018): as tendências mínimas em energia e emissões em 2018**, Agência Internacional de Energia, www.iea.org, https://webstore.iea.org/download/direct2461fileName=Global_Energy_and_CO2_Status_Report_2018.pdf.

LUCID ENERGY. (2016). Portland Water Bureau. Portland, Oregon.

SANTOS, Rafael dos. **Estudos sobre a geração de energia elétrica com águas urbanas**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

SANTOS, Emily. **Tecnologia e inovação**. 31 de agosto de 2018, [ciclovivo <https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/brasileiros-criam-microhidreletrica-capaz-de-abastecer-5-casas/>](https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/brasileiros-criam-microhidreletrica-capaz-de-abastecer-5-casas/)

SANTOS, Rafael dos. **Estudos sobre a geração de energia elétrica com águas urbanas**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

SANTOS, Rafael dos. **Estudos sobre a geração de energia elétrica com águas urbanas. 2020.** Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

ROSA, L.Pinguelli. **Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. Estudos** Avançados [online]. 2007, v. 21, n. 59 [Acessado 31 outubro 2021], pp. 39-58. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100005>>.Epub26Out2007.ISSN1806-9592.<https://doi.org/10.1590/S010340142007000100005>.