

PRINCÍPIOS DE USINAS HELIOTÉRMICAS: PROTOTIPAGEM DE KITS DIDÁTICOS PARA A DISSEMINAÇÃO DE CONHECIMENTOS

Vitória Eduarda Tancredo da Silva ¹; Thalita Lima da Silva ²; Edson Antunes Quaresma Junior ³; Talles Barbosa Portilho ⁴

1 Vitória E. T. da Silva, Bolsista (IFMG), Técnico em Mecatrônica, IFMG Campus Ibirité, Ibirité - MG; vitoriaeduarda2575@gmail.com

2 Thalita Lima da Silva, Técnico em Mecatrônica, IFMG Campus Ibirité, Ibirité – MG; thallitalimadsilva8@gmail.com

3 Edson Antunes Quaresma Junior: Pesquisador do IFMG, Campus Ibirité; edson.quaresma@ifmg.edu.br

4 Talles Barbosa Portilho: Pesquisador do IFMG, Campus Ibirité; talles.portilho@ifmg.edu.br

RESUMO

A demanda por energia tem se mostrado crescente, mas, fatores ambientais, climáticos e relacionados à saúde humana, têm tornado eminente a necessidade de migrar para uma matriz energética mais sustentável, diversa e amiga do meio ambiente. Enquanto solução viável para esse dilema, o sol se apresenta como uma das principais fontes renováveis de energia. Todavia, entre as alternativas de obtenção dessa energia, fica evidente que o crescente aumento na implementação dos painéis fotovoltaicos, contrasta com a desinformação sobre outra forma muito relevante de obtenção de energia solar: a heliotérmica. Por meio das usinas heliotérmicas, onde o calor contido nos raios solares é convertido em energia elétrica, a composição de uma matriz energética mais sustentável e diversa pode auferir bons resultados, mas isso jamais será possível se a informação sobre essa alternativa estiver inacessível. Este resumo expandido tem como objetivo apresentar os resultados parciais do projeto de extensão “Princípios de usinas heliotérmicas: Prototipagem de kits didáticos para disseminação de conhecimento”, que tem como foco principal, a criação de material didático que auxilie na disseminação do entendimento sobre as principais formas de geração de energia a partir do calor do sol. Como resultados momentâneos do projeto, por meio do estudo sobre as principais formas de geração de energia heliotérmica, estão sendo desenvolvidas 03 maquetes de plantas de geração de energia, que buscarão ser apresentadas para a comunidade escolar de Ibirité e/ou cidades próximas no XI Seminário de Iniciação Científica do IFMG. Ainda enquanto resultado, pode-se citar o desenvolvimento inicial do material digital com a síntese dos conhecimentos relacionados e a apresentação dos resultados anteriores do projeto no X Seminário de Iniciação Científica do IFMG. Espera-se que a fácil replicabilidade do material também permita maior capilaridade, fazendo com que um maior número de pessoas, professores e instituições de ensino tenham acesso a essas informações e ao kit didático.

INTRODUÇÃO:

A energia do sol é abundante, inesgotável, amiga do meio ambiente, facilmente acessível a todos que queiram utilizá-la e de alta previsibilidade, de acordo com as estações climáticas no decorrer do ano. Além disso, sua disponibilidade a torna extremamente democrática. Por esses motivos a geração de energia elétrica por meio do aproveitamento da energia luminosa do sol vem crescendo exponencialmente com a utilização de células fotovoltaicas. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico, ONS (2021), em setembro de 2012 foram gerados 492 MWh por meio de usinas fotovoltaicas, valor que, já em setembro de 2021 alcançou 10.471 MWh. Esse crescimento impressionante foi fomentado pela redução dos custos, consequência de investimentos em pesquisa e de escala de produção.

Todavia, diferentemente do aproveitamento da energia luminosa do sol pelas células fotovoltaicas, o aproveitamento da energia termosolar continua a passos lentos no Brasil. Apenas em 2022 foi inaugurada a primeira usina termosolar do país, pela Cesp em São Paulo, com a capacidade instalada de 0,5 MWh (PETRONOTÍCIAS, 2022). Os investimentos limitados nesta forma de geração implicam na não utilização de uma fonte que é capaz de não apenas absorver, mas também reter energia (armazenada em forma de calor) e que pode ser reintroduzida no sistema elétrico mesmo diante da ausência de luminosidade oriunda do sol por períodos relativamente longos (GONZALO et al, 2019). A energia heliotérmica se mostra, portanto, como uma forma promissora para a geração de energia, mas que detém concentração maior em países como Estados Unidos, Espanha e China (NASCIMENTO et al, 2020) e com pouquíssima difusão no Brasil.

Desta forma, é urgente, difundir o conhecimento capaz de fomentar a inclusão do país no uso dessa importante fonte energética, haja vista que se trata de fonte estratégica e abundante no país, contendo

vantagens exclusivas em relação às demais formas de obtenção de energia solar e de outras matrizes. Entretanto deve ser observado a importância da pesquisa e escala de utilização para tornar a tecnologia viável, aplicando incrementos de tecnologia, como por exemplo reduzir a deterioração de tubulações que conduzem os fluidos em altas temperaturas (ILDEFONSO, 2019).

Além disso, o próprio processo de geração de energia heliotérmica, demanda etapas que são claramente conectáveis aos conhecimentos sobre ótica, eletricidade e termodinâmica endereçados durante o ensino médio e fundamental e por isso, também podem ser abordados por meio dos kits ou materiais didáticos.

Nascimento et. al (2020), ao consultarem a base de dados disponibilizada pelo Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos, perceberam que estão previstos crescimentos vertiginosos de potência de energia heliotérmica instalada no mundo até o ano de 2050. Já em 2019, a International Renewable Energy Agency (IRENA) destacava um total de 14.064 GWh (IRENA, 2021) produzidos nessa modalidade. Todavia, esse crescimento e potencial vertiginosos, são, por sua vez, contrastantes com os valores incipientes que estão disponíveis ou previstos para o Brasil.

É importante perceber que esse formato de geração de energia solar se distancia daquela que é mais abundantemente conhecida e aplicada, a chamada fotovoltaica. Como o próprio nome diz, a energia fotovoltaica é obtida a partir da movimentação que ocorre nos elétrons presentes em materiais semicondutores, dispostos em módulos, após serem excitados por fótons oriundos da luz solar (SAMPAIO E GONZÁLEZ, 2017). Diferentemente, a energia solar heliotérmica, também conhecida como “*concentrated solar power*” (CSP) (Energia Solar Concentrada), faz uso dos raios solares para gerar calor e, posteriormente, eletricidade (ISLAM et al., 2018). Ela consegue isso ao fazer uso de concentradores solares, superfícies reflexivas (como espelhos), para focalizar uma elevada quantidade de radiação solar em uma área. O calor concentrado aquece um fluido, que, por sua vez, troca calor com outro líquido, geralmente água, capaz de gerar um volume suficiente de vapor para rotacionar turbinas geradoras de eletricidade (WEINSTEIN et al., 2015). A Figura 1 ilustra um exemplo de usina heliotérmica (Tipo torre) e do processo de conversão da energia apresentado.

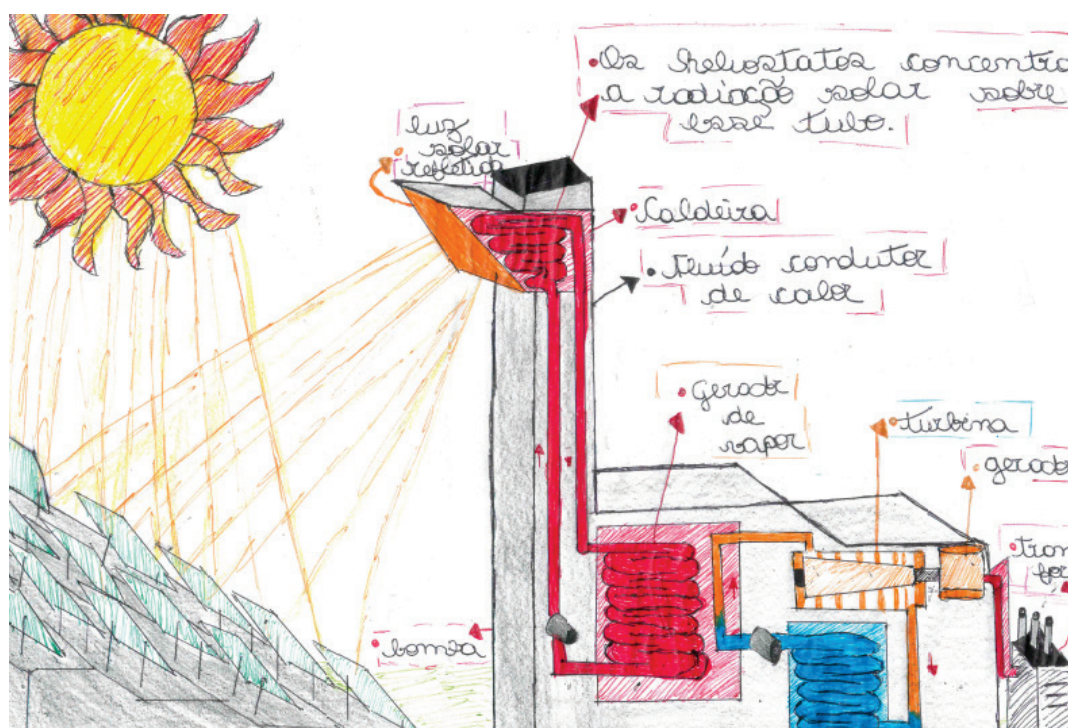


Figura 1 - Usina Heliotérmica concentrador tipo torre e processo de conversão da energia solar em elétrica.

Assim, o processo da CSP ocorre por meio da concentração da energia do sol por meio dos concentradores solares, também chamados de heliostatos, principal objeto de estudos do presente trabalho. Na sequência, conversão de energia térmica em mecânica e finalmente, elétrica (PITZ-PAAL, 2017). Embora demande várias etapas para sua conclusão com sucesso (o que pode ocasionar perdas e uma maior complexidade sistêmica), é exatamente devido à necessidade da etapa térmica, que se pode armazenar o calor em um

material, e utilizar a energia calorífica mesmo em momentos sem luz solar (por exemplo, durante a noite ou em períodos nublados). Dessa forma, é possível afirmar que existe uma grande vantagem da CSP em relação a outras fontes de geração de energia, além do fato de que ela pode também ocorrer em grande escala (WEINSTEIN et al., 2015).

Outrossim, é também devido às diversas etapas de conversão energética, que podem ser ilustradas com os kits didáticos, não apenas na disseminação do entendimento sobre a concentração da energia do sol que utilizam os princípios de ótica da física, mas também, que sejam capazes de explorar conhecimentos sobre eletricidade, geradores, transformadores e termodinâmica. A utilização de um kit didático, que exemplifica o funcionamento de sistemas heliotérmico, em conjunto com materiais de divulgação, facilita um primeiro contato dos estudantes, em sua maioria do ensino fundamental e médio, com os conhecimentos básicos nessa área. No entanto, as apresentações, em geral, abrangem um público bem diversificado, passando pelo ensino básico, secundário, e público não acadêmico, adotando-se uma metodologia de apresentação direcionada para cada público em particular. Dessa forma, no presente trabalho, busca-se introduzir os benefícios das aplicações das energias renováveis em diversas escalas, com ênfase na energia solar aplicada em kits didáticos para a explicação do que é, como funciona e as vantagens dessa usina. Com a utilização de kits didáticos melhora o entendimento para o aluno e ajuda na explicação do professor.

METODOLOGIA:

De acordo com FONSECA (2002), o presente trabalho possui características de pesquisa bibliográfica e documental. Isto porque é necessário um compilado de informações científicas para o desenvolvimento das maquetes, assim como a avaliação do público ao redor (informações não científicas) para avaliação das necessidades da população e para identificação de uma forma de divulgação do projeto com maior eficiência para o público local. Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas pesquisas sobre as principais formas de obtenção de energia solar heliotérmica em periódicos e revistas nacionais e internacionais além de outras bases de dados, como o do IRENA (2021) e na internet de forma mais ampla, de maneira a fazer um levantamento bibliográfico e documental capaz de dar suporte à definição dos principais tipos de usinas e formas de aproveitar a energia térmica do sol e suas tendências (ISLAM et al 2018). Paralelamente à criação de material associado à disseminação do conhecimento, estão sendo elaboradas maquetes interativas pelos integrantes da equipe em formato de kits didáticos para a apresentação nas escolas, os materiais estão sendo feitos na impressora 3D.

Após estudo iniciais, os concentradores solares mais relevantes para a geração de energia elétrica foram os tipos Torre, Calha Parabólica e Fresnel. Também foi definido que as maquetes seriam lúdicas, devido à grande complexidade do tema e da criação de maquetes funcionais, entretanto, a interação do usuário com os heliostatos da maquete deveria ser implementada para atrair a atenção e facilitar o entendimento do conteúdo. Desta forma, foi definido que nas três maquetes deveria ser possível movimentar os concentradores solares para verificar a concentração e a variação da luz e calor em algumas partes da maquete, podendo verificar a variação da temperatura por meio da medição com um termômetro e, a variação da luminosidade por meio de um luxímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Primeiramente foi desenvolvido textos iniciais com informações relevantes para serem adicionados em uma cartilha que será criada futuramente. Também foram desenvolvidas as estruturas móveis dos concentradores solares os tipos Torre, Calha Parabólica e Fresnel em desenho tridimensional utilizando o software Solidworks.

Para o concentrador do tipo Torre foram impressas 11 unidades da estrutura e adicionado uma folha de alumínio plano representando um espelho plano. Cada unidade movimenta individualmente e pode direcionar os raios solares para a torre, como pode ser observado na Figura 2. Na maquete, foi adicionado uma pequena usina termoelétrica, que representa o processo da conversão da energia calorífica do sol em energia elétrica. Também foi colocado um transformador de potência para representar a conexão da usina com a rede elétrica.

O concentrador tipo Calha parabólica foi criado no software de desenho 3D e pode ser visualizado na Figura 3, entretanto, ainda não foi impresso. É importante observar que no Heliostato tipo Calha Parabólica o ponto

focal se encontra na metade do raio e , para que os raios sejam refletidos para o ponto, a calha deve estar direcionada para o sol. Com isso o calor é concentrado nas tubulações que devem ser adicionadas exatamente no ponto focal.



Figura 2 - Usina Heliotérmica concentrador tipo torre.



Figura 3 – Concentrador tipo Calha Parabólica.

O concentrador do tipo Fresnel foi criado em 3D e pode ser visualizado na Figura 4. A estrutura é formada por vários espelhos paralelos, cada espelho deve ser posicionado de modo que a luz refletida pelos espelhos seja direcionada para uma tubulação localizada na parte central da estrutura.

Nas maquetes, sempre se observa a necessidade de inclusão de elementos com o uso de superfícies reflexivas focalizadoras da radiação solar. Não foram utilizados fluidos devido à complexidade da montagem embora saiba-se que, da relevância de tratar dos mesmos enquanto capazes de armazenar calor e trocar com outro líquido capaz de gerar um volume suficiente de vapor para rotacionar turbinas geradoras de eletricidade, como informam Weinstein *et al.* (2015).

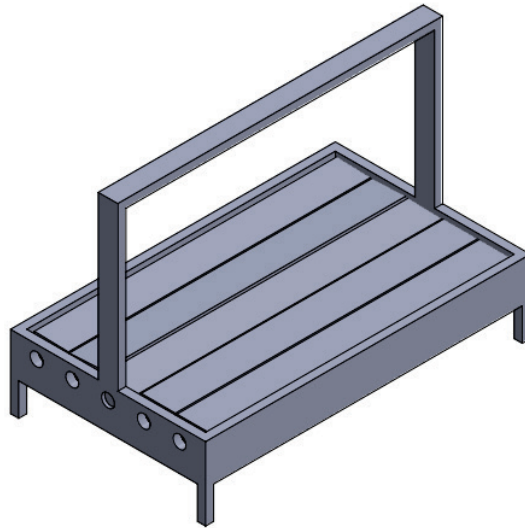


Figura 4 – Heliostato tipo Fresnel.

CONCLUSÕES:

A grande diferença e relevância das usinas termossolares quando comparadas com as usinas fotovoltaicas é a possibilidade de armazenamento de energia na forma de calor que pode beneficiar o sistema elétrico ao disponibilizar energia mesmo após o pôr do sol. Para difundir o conhecimento deste tipo de geração de energia elétrica foi proposto o desenvolvimento de maquetes didáticas por meio da impressão 3D para representar as partes físicas e de concentração da luz solar, facilitando o entendimento dos mecanismos e da reflexão da luz para os pontos desejados. Todavia, as maquetes facilitam por tangibilizarem as informações em escala reduzida. Dessa forma, espera-se finalizar a construção das demais maquetes, para dar andamento ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GONZALO, Alfredo Peinado; MARUGÁN, Alberto Pliego; MÁRQUEZ, Fausto Pedro García. A review of the application performances of concentrated solar power systems. **Applied Energy**, v. 255, p. 113893, 2019.

ILDEFONSO, Larissa Fernanda Nunes. Avaliação técnica-econômica da utilização de diferentes fluidos térmicos em uma usina de concentração solar do tipo Calha Parabólica de 100 MWe. 2019.

IRENA. **Renewable Energy Statistics 2021**. Abu Dhabi, 2021.

ISLAM, M. T., HUDA, N., ABDULLAH, A.B., SAIDUR, R. A comprehensive review of state-of-the-art concentrating solar power (CSP) technologies: Current status and research trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2018.

NASCIMENTO, Gabriela Soares et al. Mapeamento Global das usinas de Energia Solar Heliotérmica. In: **Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS**. 2020.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico: <<http://www.ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/dados-de-gera%C3%A7%C3%A3o-e-%C3%B3lica-e-solar>>. Acesso em 11 jul. 2022.

PETRONOTÍCIAS. Cesp inaugurou a primeira usina termossolar do país em São Paulo. **Petronoticias** 22 de março de 2022. Disponível em: <<https://petronoticias.com.br/cesp-inaugurou-a-primeira-usina-termossolar-do-pais-em-sao-paulo/>> Acesso em 08 de abril de 2022.



ISSN 2558-6052

PITZ-PAAL, R. Concentrating Solar Power Systems. **EPJ Web of Conferences**, 2017.

SAMPAIO, P. G. V.; GONZÁLEZ, M. O. A. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2017.

WEINSTEIN, L. A., LOOMIS, J., BHATIA, B., BIERMAN, D. M., WANG, E. N., CHEN, G. Concentrating Solar Power. **Chemical Reviews**, 2015.