

## Aparato experimental para testes em coletores solares de tubos à vácuo de alta pressão assistidos por termossifões

## Experimental apparatus for tests on high pressure vacuum tube solar collector assisted by thermosyphons

### RESUMO

**Kaciane Aparecida Basilio**

[ka\\_basilio@hotmail.com](mailto:ka_basilio@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Thiago Antonini Alves**

[antonini@utfpr.edu.br](mailto:antonini@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Pedro Leineker Ochoski Machado**

[pedmac@alunos.utfpr.edu.br](mailto:pedmac@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Coletores solares de tubos à vácuo de alta pressão ao serem incididos pela irradiação solar, transferem calor como fonte de energia para o fluido de trabalho, aquecendo-o. Em aplicações residenciais, o aquecimento de água pode afetar significativamente o consumo de energia. Nesse contexto, a utilização de coletores solares, além de ser sustentável, pode ser uma opção rentável. Os coletores solares assistidos por termossifões são mais eficientes e operam em temperaturas maiores se comparados com coletores solares convencionais. Este projeto de iniciação científica tem como objetivo a determinação do desempenho térmico de um coletor solar à vácuo de alta pressão assistido por termossifões posicionados em uma inclinação de 25° (latitude da cidade de Ponta Grossa/PR). Devido à pandemia do novo coronavírus, SARS-CoV-2, causador da doença COVID-19, no presente trabalho de iniciação científica é apresentado o detalhamento do aparato experimental montado para a execução dos testes experimentais. Estes testes e seus respectivos resultados serão executados após o retorno da quarentena e serão relatados no PIBIC 2020/2021.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar. Tubo de Calor. Experimental.

### ABSTRACT

High pressure vacuum tube solar collectors when impacted by solar irradiation, transfer heat as an energy source to the working fluid, heating it. In residential applications, water heating can significantly affect energy consumption. In this context, the use of solar collectors, in addition to being sustainable, can be a cost-effective option. Solar collectors assisted by thermosyphons are more efficient and operate at higher temperatures when compared to conventional solar collectors. This scientific initiation project aims to determine the thermal performance of a high pressure vacuum tube solar collector assisted by thermosyphons positioned at an inclination of 25° (the latitude of Ponta Grossa/PR). Due to the coronavirus pandemic, SARS-CoV-2, which causes the disease COVID-19, this scientific initiation work presents the details of the experimental apparatus set up for carrying out the experimental tests. These tests and their results will be performed after the return from the quarantine and will be reported in PIBIC 2020/2021.

**KEYWORDS:** Solar energy. Heat pipe. Experimental.

**Recebido:** 04set. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

Com o crescimento industrial e da população cada vez mais são necessárias fontes de energia, pensando na sustentabilidade, a utilização de energia de fontes renováveis provoca redução da concentração de gases poluentes na atmosfera em longo prazo. O uso de energia solar auxilia na preservação dos recursos naturais, pois não há a exploração do meio ambiente, nem riscos de poluição ou contaminação.

De acordo com Fontana (2019), a energia solar pode ser aproveitada como fonte de energia térmica e elétrica, por meio do aquecimento de fluidos e da conversão a partir de painéis fotovoltaicos. Também é possível utilizar a fonte solar para outras aplicações como iluminação e aquecimento passivo, onde é aproveitada a irradiação solar para suprir tais necessidades e obter uso mais eficiente através de técnicas envolvendo diversas áreas como arquitetura, engenharia civil e engenharia mecânica.

Os coletores solares são dispositivos que recebem irradiação solar e transferem energia para o fluido de trabalho. Eles devem ser construídos de acordo com as especificações das normas da ABNT, levando-se em consideração as especificações do projeto, como faixa de temperatura, pressão e resistência de exposição à irradiação solar (ESPIRITO SANTO, 2017).

Segundo Kalongirou (2003), coletores solares de tubo à vácuo de alta pressão consistem em um tubo de calor e/ou termossifão dentro de um tubo de vácuo selado, utilizando de uma superfície otimizada para absorção de irradiação solar e de um mecanismo para a atenuação dos efeitos de convecção e condução na perda de calor do dispositivo.

Os termossifões são dispositivos de eficiência muito elevada, pois operam em um ciclo bifásico fechado utilizando calor latente de vaporização para transferir calor por pequenos gradientes de temperatura (ANTONINI ALVES *et al.*, 2018). Os termossifões são constituídos por tubos metálicos evacuados e hermeticamente fechados, preenchidos por um fluido de trabalho (REAY *et al.*, 2013).

Os coletores solares assistidos por termossifões, ou também chamados de coletores solares à vácuo, têm maior eficiência, operam em temperaturas mais altas e podem ser menores do que os coletores solares, convencionais. Estes coletores são amplamente utilizados na Europa, nos Estados Unidos da América, no Canadá e em alguns países da Ásia. No Brasil e na América Latina, estão começando a serem utilizados, porém sua tecnologia de construção é estrangeira (BATALHA *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a realização deste projeto de iniciação científica tem como objetivo a montagem de um aparato experimental para determinação do desempenho térmico de um coletor solar à vácuo de alta pressão assistido por termossifões através de testes experimentais simulando condições reais de operação.

Esses testes experimentais serão executados no Laboratório de Energia Solar (LabSOLAR) vinculado ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Engenharia Mecânica (PPGEM) do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Câmpus* Ponta Grossa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O aparato experimental utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa de iniciação científica será composto por um sistema fechado de circulação de água a alta pressão, por instrumentação de medição de grandezas físicas de interesse e por um coletor solar de tubos à vácuo de alta pressão assistido por termossifões.

## SISTEMA FECHADO DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

O sistema fechado de circulação de água a alta pressão, mostrado na Figura 1, é composto por uma caixa d'água *Fortlev™* com capacidade de 310 litros, um reservatório térmico (*boiler*) *Ribersol™* com capacidade de 100 litros, um conjunto bomba *HIODA™ HP500AH 1/2HP* e pressostato *Laspa™ LS-8*, um vaso de expansão *HIODA™* com capacidade de 24 litros, válvula de segurança com manômetro, tubos, conexões e acessórios, painel de comando elétrico com controlador *Tholz™ TLZ*, válvula de retenção, medidor de vazão eletromagnético *Krohne™* e circulador *HIODA™ HBS/100*. Este sistema está instalado em mezanino interno existente no Laboratório de Energia Solar (LabSOLAR).

Figura 1 – Sistema fechado de circulação de água a alta pressão



Fonte: Autoria própria (2020).



## ÁREA EXTERNA AO LABSOLAR/DAMEC

Na Figura 2 é mostrada uma fotografia da área externa do LabSOLAR/DAMEC destinada ao acoplamento do sistema fechado de circulação aos coletores solares de tubos à vácuo visando os testes experimentais sob condições reais de operação.

Figura 2 – Área externa ao Laboratório de Energia Solar (LabSOLAR)



Fonte: Autoria própria (2020).

## COLETOR SOLAR DE TUBOS À VÁCUO DE ALTA PRESSÃO

O coletor solar de tubos à vácuo de alta pressão (coletor solar assistido por termossifões) que será utilizado para pesquisa de iniciação científica está mostrado em primeiro plano na Figura 2. Ele está posicionado em um suporte de perfil de alumínio estrutural leve de 40 mm por 40 mm que foi projetado especialmente para ele, inclinado a 25°, que é o ângulo correspondente a latitude da cidade de Ponta Grossa no estado do Paraná: 25°05'42" Sul.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desempenho térmico do coletor solar de tubos à vácuo de alta pressão será obtido a partir da determinação das temperaturas de operação utilizando termopares *Omega Engineering™* do tipo K posicionados estrategicamente no sistema experimental e de um sistema de aquisição de dados *Agilent™ 34970A* com um multiplexador *Agilent™ 34901A* de 20 canais. Os valores de irradiância solar serão obtidos utilizando um piranômetro *Kipp&Zonen™ CMP3*. Os testes experimentais com este coletor solar assistido por termossifões serão executados

para três vazões volumétricas distintas de água reguladas pelo circulador de água visando verificar a influência da vazão volumétrica no desempenho do coletor solar.

## CONCLUSÕES

Infelizmente, todas as atividades experimentais do LabSOLAR/DAMEC/UTFPR/Ponta Grossa foram interrompidas abruptamente em março de 2020 devido à pandemia do novo coronavírus, SARS-CoV-2, causador da doença COVID-19. Nesse contexto, os testes experimentais serão realizados após o retorno da quarentena e serão relatados no PIBIC 2020/2021, pois esta proposta de projeto continuará com a mesma estudante em questão.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são prestados à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) da UTFPR, à Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação (DIRPPG), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM) e ao Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da UTFPR/Ponta Grossa.

## REFERÊNCIAS

ANTONINI ALVES, T.; KRAMBECK, L.; SANTOS, P. H. D. Heat pipe and thermosyphon for thermal management of thermoelectric cooling. *In*: ARANGUREN, P. (org.). **Bringing thermoelectricity into reality**. London: InTech, 2018. p. 353-374.

BATALHA, L. E. B.; AMARAL, M. C.; ARAÚJO, M. R. D. G. **Estudo teórico e experimental de um coletor solar assistido por termossifões**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

ESPIRITO SANTO, M. **Análise experimental de diferentes configurações de termossifões para aplicação em coletor solar**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FONTANA, E. S. B. **Concepção de um sistema de circulação fechado para estudo experimental de coletores solares**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

KALOGIROU, S. The potential of solar industrial process heat applications. **Applied Energy**, v. 76, n. 4, p. 337-361, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261902001769>. Acesso em: 22 ago. 2020.

REAY, D. A.; KEW, P. A.; MCGLEN, R. J. **Heat pipes: theory, design and applications**. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2013.