



# Avaliação Experimental das Perdas de Calor em um Absorvedor Multitubular de Cavidade Trapezoidal para um Concentrador Linear Fresnel

Y. Irilan<sup>a</sup>, Wesly Jean<sup>b</sup>, Paul André<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Universidade de Brasília (UnB), Brasil, irilanyvesgar@yahoo.fr.*

<sup>b</sup> *Universidade de Brasília (UnB), Brasil, weslyjean999@gmail.com.*

<sup>c</sup> *Universidade de Brasília (UnB), Brasil, paul.ingciv@hotmail.com.*

**RESUMO:** Neste trabalho, foi analisada a transferência de calor de um absorvedor linear de Fresnel de um concentrador heliotérmico que deveria operar com geração direta de vapor. O estudo consiste na determinação experimental e teórica, a partir de correlações empíricas, do coeficiente global de perda de calor de um protótipo do absorvedor. O absorvedor é uma cavidade trapezoidal com seis tubos paralelos. Os tubos são AISI 304 0,0254 m de diâmetro interno e 1 m de comprimento, cujas superfícies externas são pintadas com tinta de emissão 0,9. Duas configurações foram testadas, uma na qual a abertura da cavidade na região inferior é protegida por uma placa de vidro plano e uma em que não há proteção de vidro. O coeficiente de transferência de calor global ( $U_g$ ) foi determinado em estado estacionário para seis diferentes valores de potência, entre 172 W e 512 W, dissipados por cada resistência elétrica, dentro de cada um dos tubos. Valores de  $U_g$  aumentam com a temperatura do tubo. Para a configuração sem cobertura de vidro, o  $U_g$  varia de 7,25 a 9,07 W/m<sup>2</sup>K e para a configuração com tampa de vidro varia de 5,2 a 6,3 W/m<sup>2</sup>K. Os resultados experimentais e analíticos são comparados e compatíveis com os resultados encontrados na literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia Heliotérmica, Energia, Tecnologia Fresnel e Perda de Calor.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo enfrenta preocupações crescentes sobre questões ambientais e energéticas. A maioria das principais produções de energia está associada às emissões de gases de efeito estufa e à deterioração do clima. Nesse contexto, os recursos renováveis estão ganhando espaço e, entre eles, a energia solar está se desenvolvendo mais rapidamente. Espera-se que a geração total de energia solar aumente a uma taxa de 8,3% até 2040 (IEO, 2016). O trabalho está estudando a tecnologia linear de Fresnel, sob um projeto chamado Heliotérmica que inclui a concepção, otimização de parâmetros e construção de um sistema funcional, uma bancada linear de Fresnel. Este trabalho mostra a configuração experimental e os resultados dos testes em relação às perdas de calor.

## 2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O principal objeto de estudo deste trabalho é o receptor do Fresnel. Uma seção do receptor foi construída para realizar os testes de perdas de calor, como mostra na Figura 1.

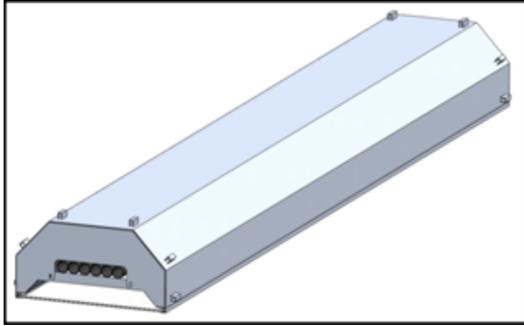


Figura 1 – Receptor de cavidade trapezoidal.

Este módulo de receptor é apenas menor pelo seu comprimento; todas as outras dimensões são as mesmas daquelas usadas no protótipo linear de Fresnel. A cavidade é construída usando duas folhas de alumínio dobradas de 2 mm de espessura. O espaçamento entre as folhas de alumínio é preenchido com lã de rocha. Seis tubos de aço inoxidável de 1 polegada são usados como elementos de absorção, e são fixados dentro da cavidade trapezoidal. O fundo da cavidade pode ou não ter uma janela de vidro. A presença deste vidro cria um efeito estufa, onde o topo da cavidade é a parte aquecida, e as perdas de calor no interior da cavidade ocorrem por difusão dentro do ar aprisionado, e por troca radiativa entre os tubos e o vidro. A temperatura operacional é projetada para até 250 °C. A emissão dos tubos absorvedores está no espectro infravermelho, portanto o filme de vidro torna-se opaco a eles, reduzindo ainda mais as perdas de calor.

Outros testes foram realizados para verificar a influência do revestimento superficial dos tubos absorvedores. Os primeiros testes foram feitos usando os tubos de aço inoxidável sem qualquer revestimento ou pintura. Depois disso, uma tinta preta foi usada para cobrir a superfície dos tubos e os testes foram repetidos.

Como os testes foram realizados em um ambiente controlado, não houve radiação concentrada atingindo os tubos. O calor foi utilizado usando-se resistências elétricas tubulares inseridas dentro de cada tubo com controle de potência.

Cada tubo possui termopares tipo T soldados em sua superfície. Outros termopares foram instalados no alumínio.

Doze testes foram feitos, e os dados foram coletados após a condição de estado estacionário foi alcançada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as temperaturas foram diferentes em cada um dos seis tubos. Os tubos internos apresentaram temperaturas mais elevadas, resultantes do efeito das perdas de calor pelos lados laterais.

A figura 2 mostra os valores de temperatura para diferentes potências nos aquecedores elétricos. O efeito do vidro isolante na temperatura da parede para uma condição de estado estacionário também pode ser visto nos gráficos. O caso de isolamento apresentou temperaturas de parede mais altas.

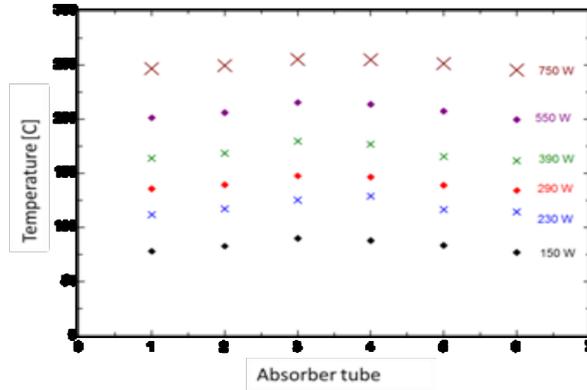


Figura 2 – Temperatura de cada tubo absorvedor para diferentes potências elétricas totais para uma caixa sem vidro isolante.

Os coeficientes globais de perda de calor para ambos os casos foram encontrados dentro das faixas mostradas na Tabela 1. Esses valores mudam de acordo com a diferença na temperatura dos tubos com o meio ambiente e mostram boa concordância com outros resultados (Singh et al., 2010). Para maior temperatura do tubo, maiores coeficientes de perda de calor global foram vistos. A figura 3 expressa essa relação.

Tabela 1- Faixa de coeficiente global de perda de calor.

Testes	Coefficiente global de perda de calor – $U_g$ (W/m <sup>2</sup> K)
Sem vidro	5.1 – 7.5
Com vidro	4.2 – 6.9

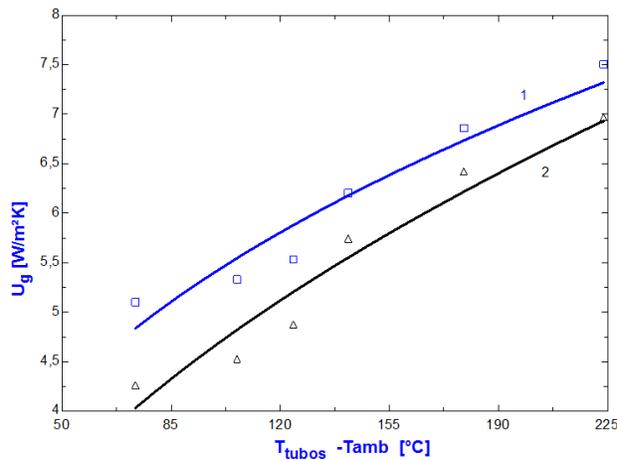


Figura 3 - Coeficiente global de perda de calor: 1- Sem vidro, 2 – Com vidro.

#### 4 CONCLUSÃO

O arranjo experimental mostrou-se muito útil como forma de estimar o comportamento do receptor do protótipo linear de Fresnel. A análise de perdas de calor mostrou que o vidro isolante é

uma característica importante a ser implementada no protótipo. O vidro de isolamento absorverá e refletirá parte da radiação de concentração, no entanto, reduz grandemente as perdas de calor. Testes adicionais no protótipo servirão para mostrar se a perda de calor obtida na bancada teve uma boa representação para um absorvedor de campo. Em caso afirmativo, outros testes podem ser realizados para verificar diferentes configurações do feixe de tubos absorvedores ou diferentes revestimentos de superfície.

## 5 REFERÊNCIAS

- International Energy Outlook (IEO), 2016. U.S. Energy Information Administration, Ch. 7, Industrial sector energy consumption <<http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>>. Accessed on Apr. 2016.
- Panna Lal Singh, R.M. Sarviya, J.L. Bhagoria, 2010. Thermal performance of linear Fresnel reflecting solar concentrator with trapezoidal cavity absorbers. *Applied Energy* 87 (2010) 541–550.