

# **SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE PLACAS FOTOVOLTAICAS COM ALETAS: Uma análise de transferência de calor em uma placa aquecida**

**Maurício Fernandes de Oliveira Assis<sup>1</sup>, André Issao Sato<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Discente do Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa (CMBJL/UFOB, Bom Jesus da Lapa-Ba/Brasil), mauricio.a3347@ufob.edu.br,*

<sup>2</sup>*Docente do Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa (CMBJL/UFOB, Bom Jesus da Lapa-Ba/Brasil), andre.sato@ufob.edu.br*

A energia solar é a forma mais abundante de energia renovável, dividindo-se em fototérmica e fotovoltaica. A produção de energia dos módulos fotovoltaicos varia conforme seu tipo, composição e condições ambientais, apresentando eficiência em torno de 13 a 20% e redução de desempenho com o aumento da temperatura. A análise das trocas térmicas pode ser realizada por meio de experimentos, medições no local ou simulações de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD). O OpenFOAM é um *software* livre computacional programado em C++ e utilizado para aplicar o Método dos Volumes Finitos em questões relacionadas à dinâmica dos fluidos e à transferência de calor. Este estudo utilizou o solucionador *chtMultiRegionSimpleFoam* do OpenFOAM para simular uma placa inclinada aquecida, com a geometria das placas criada no *software* Salome-Meca e a inclusão de aletas. O modelo de turbulência adotado foi o k- $\omega$  SST, considerado adequado para representar o comportamento do fluxo turbulento. A Figura 1 ilustra o domínio computacional, apresentando uma placa inclinada a 20° e posicionada a 0,5 metros do solo, enquanto a Figura 2 mostra o modelo do dissipador de calor. A malha do domínio foi gerada e refinada para garantir a precisão dos resultados. As propriedades térmicas da placa fotovoltaica foram extraídas de estudos anteriores, conforme detalhado na Tabela 1. As simulações foram realizadas em um estado estacionário, com fluxo de calor conhecido, refletindo condições reais de operação em parques solares. Testes de independência de malha foram conduzidos, resultando em uma malha com 1.417.834 elementos, equilibrando precisão e custo computacional, apresentada na Figura 3. A estabilidade e convergência da simulação foram analisadas pelo gráfico de resíduos na Figura 4. Apesar de não atingir o critério de convergência, a estabilidade foi alcançada após cerca de 8.000 iterações, com resíduos de ordens de 10<sup>-1</sup> para pressão absoluta estática e 10<sup>-2</sup> para entalpia (h). Os resíduos de 0,001% em relação à pressão absoluta estática indicam uma discrepância suficientemente pequena para considerar a simulação convergida por estabilidade. A validação numérica foi baseada em estudos anteriores, como o de Nazari e Eslami (2021), e os resultados da simulação mostraram uma diferença de temperatura média na placa de apenas 0,63% em relação à literatura. A comparação com estudos prévios revelou boa concordância na distribuição de temperatura, conforme apresentado na Figura 5. As Figuras 6 e 7 ilustram o fluxo de ar ao redor da placa e a distribuição de temperatura, evidenciando o movimento ascendente do ar aquecido e a formação de regiões de recirculação. Os resultados indicam que a adição de aletas às placas fotovoltaicas aumentou significativamente a eficiência de resfriamento. Comparada a uma placa sem aletas, a inclusão de aletas reduziu a temperatura média da superfície da placa em aproximadamente 20 K. Além disso, o campo de temperatura do domínio computacional da placa com aletas é apresentado na Figura 8, enquanto a Figura 9 mostra o campo de temperatura no dissipador, evidenciando que o uso das aletas resultou em uma redução da temperatura máxima do sistema em cerca de 17 K.

**Palavras-Chave:** OpenFOAM, chtMultiRegionSimpleFoam, Placa.

**Agência Financiadora:** CNPq.