

O uso de dissipadores de calor com microcanais na era dos componentes eletrônicos compactos

Com o avanço nas pesquisas focadas na redução da dimensão de componentes eletrônicos, houve também aumento do volume de pesquisas relacionadas aos métodos de dissipação de calor de tais componentes dado que temperaturas elevadas no interior de dispositivos eletrônicos podem diminuir consideravelmente sua vida útil e danificar sua integridade. Diante disso, buscam-se componentes cada vez mais eficazes na realização do gerenciamento térmico de equipamentos compactos. Nesse cenário surge a aplicação de dissipadores de calor com canais construídos na escala micrométrica (microcanais) como forma alternativa de aumentar a retirada de calor gerado em componentes eletrônicos de dimensões reduzidas.

Como exemplo, cita-se o caso das placas mãe de computadores de última geração, usados na indústria de games, na engenharia e em diversas áreas que necessitam de máquinas com um alto grau de desempenho e qualidade. Conforme esse tipo de placa executa sua função, ela perde parte da potência gerada na forma de calor. Isso eleva sua temperatura a níveis que podem

ultrapassar o intervalo aceitável, podendo, assim, afetar as funcionalidades da placa a ponto de inutilizá-la. Portanto, dissipadores de calor aumentam a vida útil de equipamentos eletrônicos ao possibilitar que, mesmo durante o funcionamento, o intervalo de temperatura se mantenha em níveis adequados.

O uso desses dissipadores vem se tornando mais frequente na indústria de equipamentos médico-hospitalares, como os iluminadores cirúrgicos. Os LEDs cada vez mais potentes desses aparelhos proporcionam maior intensidade luminosa, porém, eles também geram maior quantidade de calor, sendo necessários componentes compactos de dissipação desse calor para garantir o funcionamento adequado do produto.

Esses dissipadores são constituídos por um corpo, feito com material de elevada capacidade de conduzir calor, e microcanais, que servem para aumentar a área de troca térmica e para possibilitar a passagem do fluido (que entra frio e sai aquecido). Na figura a seguir, são exibidos modelos de dissipadores de calor tratados neste artigo como exemplos de possíveis configurações de aletas para o mesmo componente, a fim de aumentar a troca de calor. Esses dissipadores têm sua base em contato com uma superfície do componente eletrônico. Em geral, uma pasta térmica é utilizada para melhorar o contato entre as superfícies do dissipador e do componente. Desse modo, por meio da transferência de calor por contato, o componente é resfriado e o fluido aquecido.

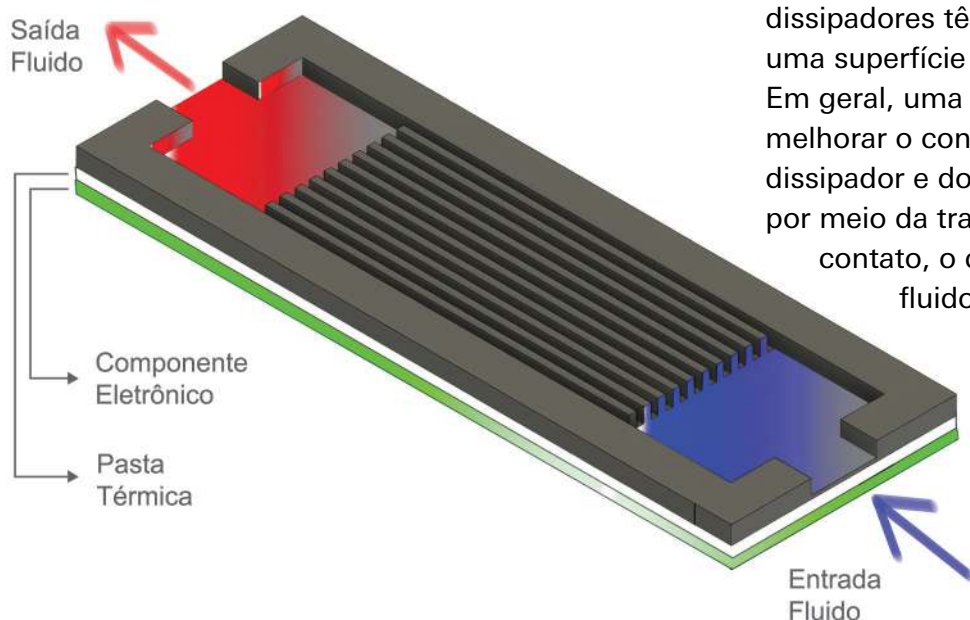


Figura 1 - Modelo geométrico do dissipador de calor

Essa tecnologia possui diversos desenvolvedores, mas a ideia inicial de uso de dissipadores de calor com microcanais na eletrônica foi de Tuckerman e Pease, na década de 1980. Eles demonstraram que a redução do diâmetro dos canais que escoam água aumenta consideravelmente a transferência de calor e produz melhores trocas térmicas. Além disso, os microcanais proporcionam ao dissipador de calor certas vantagens, como menor volume, menor peso e baixa quantidade de líquido utilizada no sistema de resfriamento de componentes eletrônicos compactos.

Além dos exemplos de configurações que serão expostos mais adiante, pesquisas vêm sendo feitas para aprimorar tanto as configurações como o modo que as aletas desses dissipadores de calor são formadas. Por exemplo, Al-Sallami

e outros pesquisadores realizaram um trabalho no qual, além de passar entre os canais, o fluido também passava dentro das paredes (perfurações) do canal. A ilustração do modelo proposto é exibida na figura abaixo. Foi demonstrado que essas perfurações fornecem melhorias adicionais em termos de transferência de calor, perda de pressão e massa do dissipador. O projeto de Al-Sallami et al. exemplifica a grande margem para otimização que esse dissipador compacto permite, podendo conter furos nas paredes do canal, possuir canais na microescala e com diferentes geometrias para analisar de que forma o escoamento é afetado, bem como explorar diferentes disposições na base da placa para aumentar a superfície de troca de calor e diversas outras possibilidades em busca de melhores desempenhos.

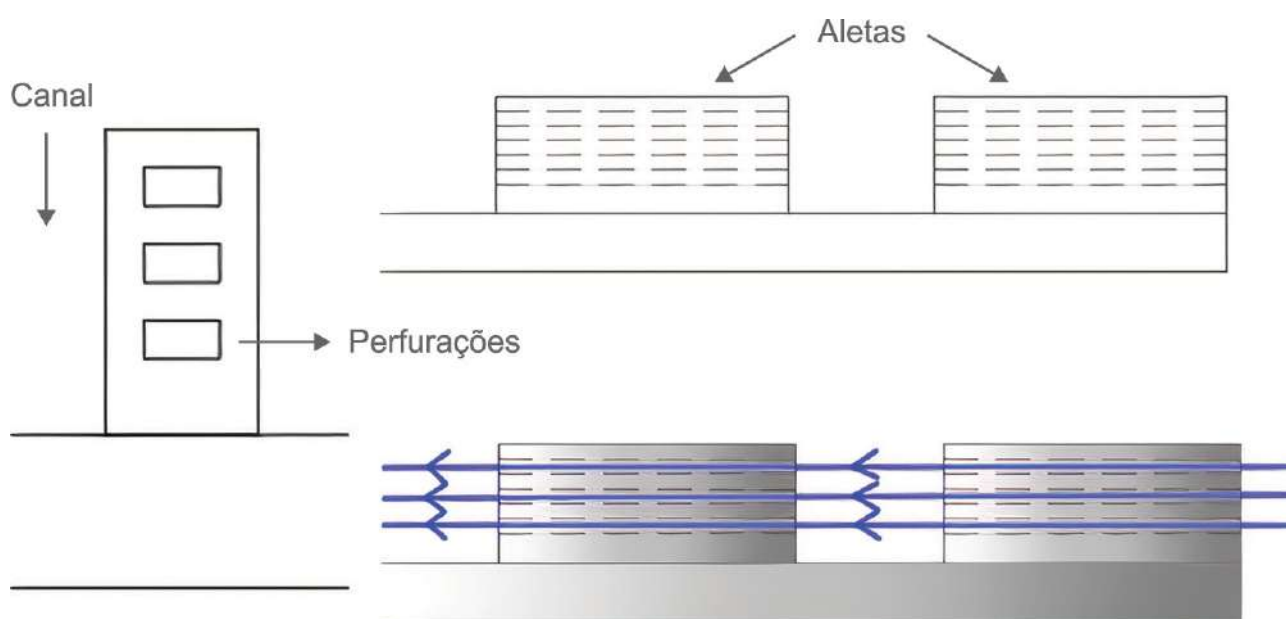


Figura 2 - Canais com aletas perfuradas

Assim, focando em diferentes configurações para os microcanais, inclusive a adotada para dissipadores de calor já existentes no mercado (aletas paralelas), mostradas na figura a seguir, o presente estudo apresenta simulações computacionais que foram realizadas com

o intuito de explorar e analisar qual dessas configurações realiza a troca de calor de modo mais eficiente. Para isso, o material escolhido para os componentes sólidos foi o alumínio, por ser um material disponível em larga escala no mercado, e, para o meio fluido, foi adotada a água.

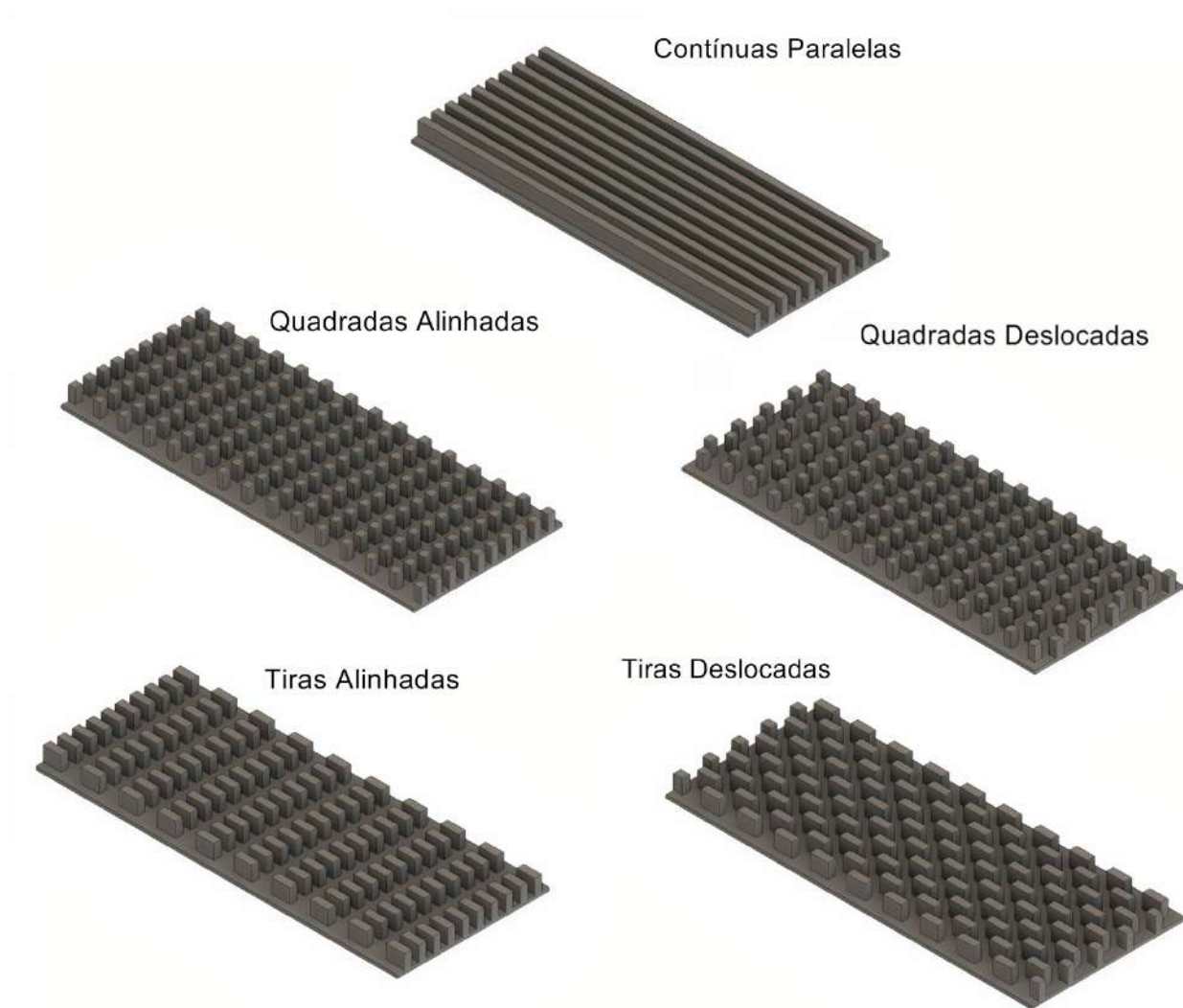


Figura 3 - Diferentes configurações geométricas para dissipadores de calor

Neste trabalho, as configurações geométricas de microcanais adotadas por Venkiteswaran e Jaspersen (ver figura anterior) são analisadas e comparadas, por meio de simulações computacionais conduzidas com o auxílio do ANSYS FLUENT®. Na modelagem computacional do dissipador, são adotadas hipóteses semelhantes ao modelo que Venkiteswaran aborda, sendo elas: escoamento de fluido incompressível; e fluxo de calor constante na base e paredes laterais que não trocam calor com o meio (adiabáticas).

As imagens a seguir descrevem os resultados obtidos em duas condições diferentes, que serão apresentadas adiante, de modo a se obter resultados mais confiáveis e permitir que se tenham duas condições de simulação sem perda de eficiência do

sistema de resfriamento para uma mesma configuração de microcanais do dissipador de calor. Ressalta-se que o fluxo do fluido se dá no sentido negativo da direção vertical (y), ou seja, de cima para baixo.

A primeira condição adotada é caracterizada por regiões sólidas que realizam troca de calor com fluxo de calor uniforme de 100 W/cm^2 , velocidade de escoamento de $2,5 \text{ m/s}$ e valor da temperatura da água no ponto de entrada de 293 K (temperatura ambiente). Os resultados expostos na sequência são referentes às simulações realizadas nessas condições, sendo possível notar que o dissipador que apresentou menores temperaturas ao longo de sua extensão foi o de aletas paralelas contínuas, seguido pelo de pinos alinhados, de pinos deslocados, de tiras deslocadas e tiras alinhadas.

Já a segunda condição possui os mesmos fatores condicionantes, porém não se conhece a velocidade de escoamento, mas sim o valor de pressão total na entrada, que é de 50 kPa. Com base nos resultados

apresentados a seguir, o dissipador que se mostrou, novamente, mais eficiente foi o de aletas paralelas contínuas, seguido pelo de tiras deslocadas, de pinos deslocados, de pinos alinhados e de tiras alinhadas.

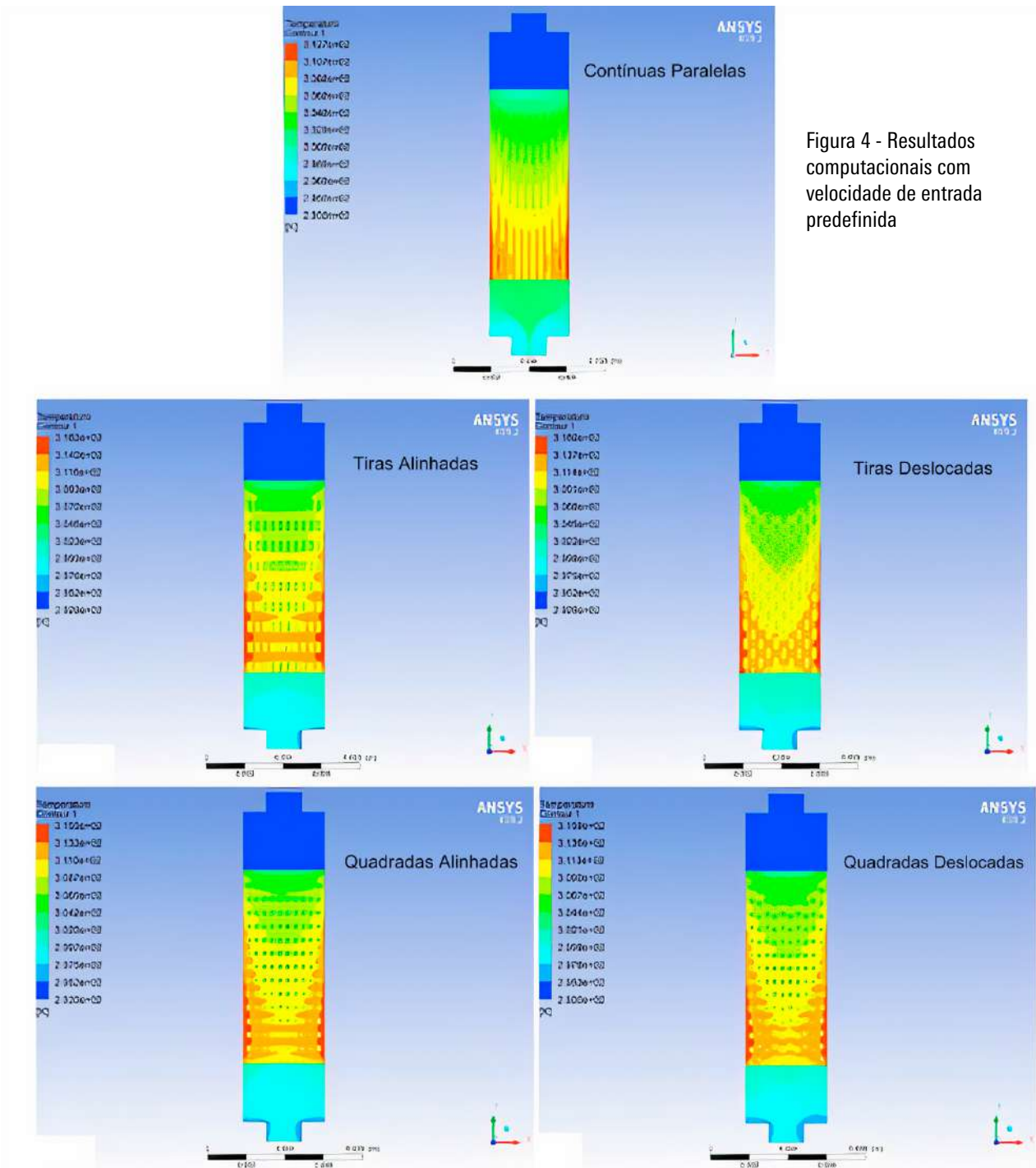


Figura 4 - Resultados computacionais com velocidade de entrada predefinida

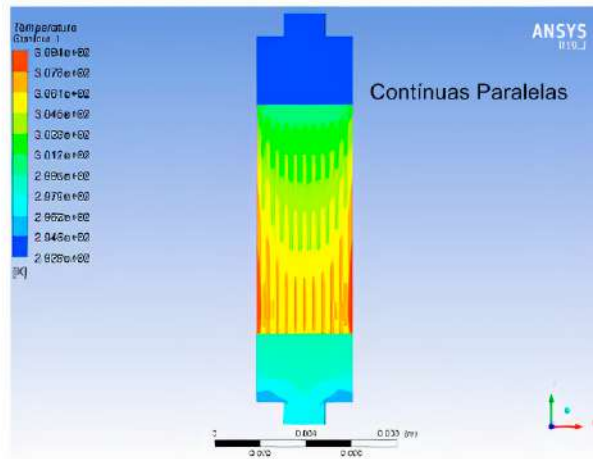
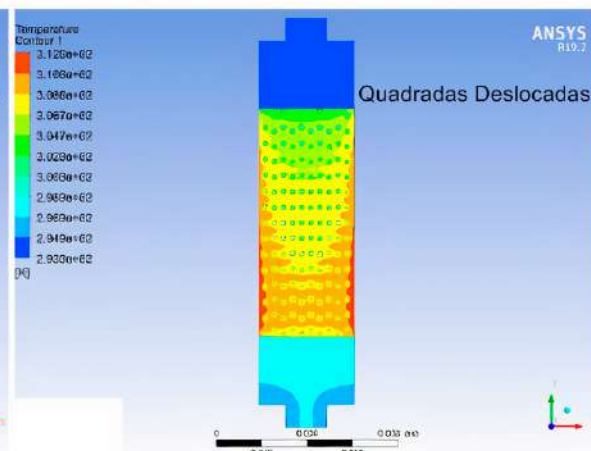
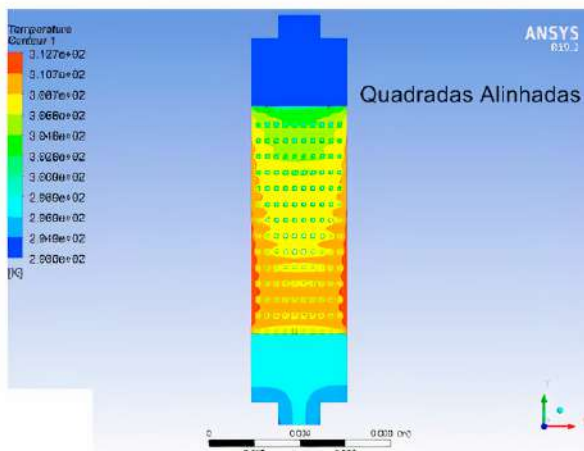
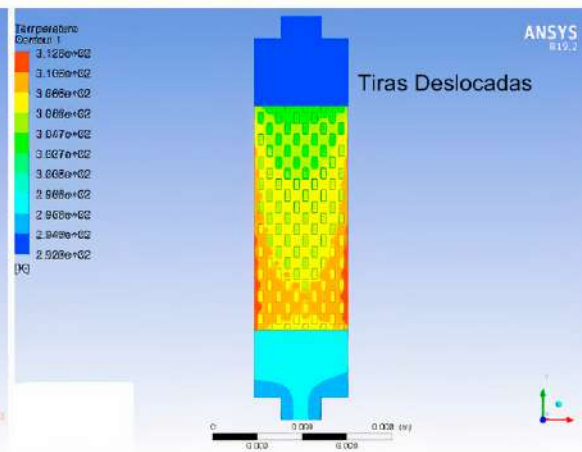
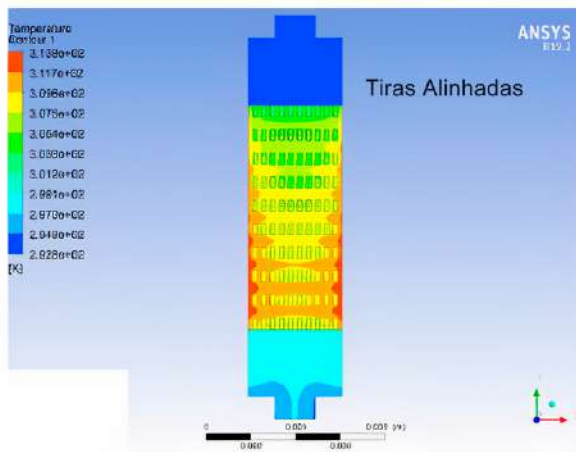


Figura 5 - Resultados computacionais com pressão de entrada predefinida



As menores temperaturas ocorrem na entrada dos canais. Isso ocorre porque o fluido está mais frio por ainda não ter feito troca de calor, e então uma maior quantidade de calor é transmitida pelo contato entre as aletas e a água. As temperaturas superiores acontecem nas laterais, pois nessa região passa uma menor quantidade de água, resultando em menor troca de calor. Ao longo do caminho de deslocamento do fluido nos

dissipadores, a temperatura aumenta, e isso acontece devido à temperatura constante da base do dissipador.

A tabela a seguir possui os valores de cada uma das configurações., Nela, o fator " Δ Temperatura" corresponde, respectivamente, aos menores e maiores valores de temperatura que o corpo do dissipador de calor atinge em cada uma das condições descritas.

Tabela 1 - Comparação entre o desempenho térmico das diferentes configurações geométricas analisadas

Paralelas contínuas		Primeira condição	Segunda condição
	Δ Temperatura (K)	292,47/312,63	292,89/309,43
Tiras alinhadas	Δ Temperatura (K)	292,89/316,33	292,82/313,82
Tiras deslocadas	Δ Temperatura (K)	292,97/315,85	292,92/312,51
Pinos alinhadas	Δ Temperatura (K)	292,99/315,61	292,96/312,70
Pinos deslocados	Δ Temperatura (K)	292,92/315,72	292,99/312,55

Pela análise dos resultados apresentados, em ambos os grupos, o melhor desempenho nas condições adotadas é do dissipador de calor com aletas contínuas e paralelas, que é atualmente o mais usado comercialmente. Ressalta-se que outras condições adversas às adotadas neste trabalho, como por exemplo, escoamento do fluido em regime turbulento, podem modificar essa conclusão e indicar outras configurações de canais que aumentam o desempenho do dissipador de calor. Ou seja, há um campo vasto para pesquisa e desenvolvimento que, além do estudo de novas configurações de canais em busca do melhor modelo, também abrange a possibilidade de explorar a aplicação dessas configurações, aliadas a outras tecnologias, como a utilização de técnicas de otimização apresentada por Koga e outros pesquisadores da área, para otimizar o desempenho térmico e hidráulico do sistema de resfriamento.

Trabalhos como o exposto aqui se tornam cada vez mais importantes e vêm conquistando espaço e incentivo financeiro de agências de fomento à pesquisa. Como exemplo, pode-se citar o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) aos projetos de pesquisa (472141/2008-2 e 477593/2011-9) do orientador do presente estudo. Esse tipo de apoio também propicia publicações importantes sobre o assunto – sendo o trabalho apresentado em Koga et al. um exemplo disso. Por isso, cabe enfatizar também a importância do apoio do CNPq

a esta pesquisa que, já no âmbito da Iniciação Científica, busca contribuir com o desenvolvimento tecnológico de sistemas de resfriamento de componentes eletrônicos cada vez mais compactos.

Referências Bibliográficas

1. Tuckerman, D. B.; Pease, R. F. W.; High-performance Heat Sinking For Vlsi. IEEE Electron Device Lett, Vol. Edl-2, Pp. 126 – 129, 1981.2.
2. Al-Sallami, W.; Al-Damook, A.; Thompson, H. M.; A Numerical Investigation of Thermal Airflows Over Strip Fin Heat Sinks. International Communications in Heat e Mass Transfer 75, 183–191., 2016.
3. Venkiteswaran, V. K.; Yee, C.C.; Ming, C. C.; Comparative Study of Heat and Fluid Flow Characteristics of Parallel and Offset Strip Finmicro-channels Using CFD Simulations. Thermal Science, Vol. 22, No. 5,pp. 1973-1985, 2018.
4. Jaspersen, B. A.; Jeon, Y.; Turner, K. T.; Pfefferkorn, F. E.; Qu, W.; Comparison of Micro-Pin-Fin and Microchannel Heat Sinks Considering Thermal-Hydraulic Performance and Manufacturability. IEEE Transactions On Components e Packaging technologies, VOL. 33, NO. 1, march 2010.
5. Koga, A. A., Lopes, E, Villa Nova, H., Lima, C.R., Silva, E.C.; Development of Heat Sink Device by Using Topology Optimization. International Journal of Heat e Mass Transfer 64 (2013) 759–772, 2013.

Matheus Henrique Pacheco - Graduando em Engenharia Aeroespacial - UFABC
Prof. Dr. Cícero Ribeiro de Lima - UFABC/CECS