



SIMULAÇÃO TÉRMICA DE SERVIDORES TIPO 2U-RACK USANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Andrés M. N. Chacón¹ - amnchacon@uesc.br

Francisco B. S. Oliveira¹ - fbsoliveira@uesc.br

Dany S. Dominguez¹ - dsdominguez@uesc.br

¹Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade - Ilhéus, BA, Brazil

Resumo. A indústria dos centros de dados consome entre 196 e 400 terawatts-hora anualmente, correspondentes à 1% e 2% do consumo mundial de energia. Uma elevada percentagem do consumo de energia do centro de dados está associada aos sistemas de ar condicionado e refrigeração. A otimização do sistema de refrigeração no centro de dados pode ocorrer em múltiplas escalas, uma das mais relevantes são os processos de geração e transferência de calor no servidor. Nesta linha devemos estudar a distribuição de temperaturas nos componentes de cada servidor, assim como compreender o comportamento do fluxo de ar no interior do chassis. O presente trabalho realizou uma análise térmica e de refrigeração para um servidor de duas unidades de rack (2U-Rack) usando técnicas de fluidodinâmica computacional (CFD) por meio do software de simulação Ansys Fluent. Foi desenvolvido um modelo geométrico do servidor, considerada a geração de calor nos principais componentes elétricos, e a transferência de calor e massa de ar com o centro de dados. O modelo foi verificado comparando os resultados da simulação com valores dos sensores do servidor, e com os resultados de um ensaio de termografia. A simulação permitiu obter campos de velocidade do fluxo de ar, contornos de temperatura dos componentes, e a criação de cenários de sensibilidade visando propor ações que potencialmente permitam construir um servidor energeticamente mais eficiente.

Palavras-chave: Fluidodinâmica computacional, Ansys Fluent, Servidores, Análise térmica, Refrigeração

1. INTRODUÇÃO

A indústria de centros de dados faz parte do ranking que enumera os maiores consumidores de eletricidade do mundo, segundo Garcia (2022), ela consumiu entre 196 e 400 terawatts-hora (TWh) em 2020, o que varia entre 1% e 2% do consumo anual de energia em nível mundial. O Brasil é um dos líderes no contexto regional, pois tem o principal mercado de centros de dados na América Latina com mais de 40% de investimentos totais na região segundo Caram (2022). Nesse contexto, a diminuição do consumo energético na indústria de centro de

dados teria um impacto significativo no cenário nacional e internacional. Um dos principais componentes no consumo energético de um centro de dados são os sistemas de refrigeração e ar condicionado. A otimização destes sistemas pode ocorrer na escala do centro de dados, envolvendo as dimensões do centro, o volume de ar frio insuflado, as dimensões e configuração dos racks, dentre outros parâmetros. Ou podemos otimizar os processos de transferência de calor em nível do servidor, neste caso, estudar a distribuição de temperaturas nos componentes do servidor e compreender o comportamento do fluxo de ar no interior do chassis são os principais objetivos.

O uso de técnicas de Fluidodinâmica Computacional (CFD) para simulação de servidores e computadores pessoais é abordado na literatura por diversos autores. Anandakrishnan e Balaji (2009) simularam um computador de chassi tipo MicroATX, executando uma análise térmica e de campo de fluxo, visando aprimorar a extração de calor do processador avaliando dois desenhos de dissipador. Os autores concluíram que a temperatura ambiente e a área de entrada do ar afetam significativamente a temperatura dos processadores, que não existe uma relação linear entre a variação de temperatura do processador e a velocidade da ventoinha, e que as temperaturas do processador e outros componentes do sistema, variam linearmente com relação à dissipação de energia.

Uma análise térmica do servidor Ericson de tipo 1U-Rack é realizada por Kushwaha et al. (2012) nas unidades de elevada potencia térmica (TDP). O alto nível de temperatura no sistema segundo Kushwaha et al. (2012) deveu-se à insuficiência de ar dentro do gabinete, o autor propôs melhorar a capacidade das ventoinhas para evacuar o calor mais eficientemente. Em outro trabalho, a transferência de calor em um computador de placa única é simulado por Xu et al. (2014) através de uma análise de CFD. O sistema combina a refrigeração por ar e líquida para melhorar o desempenho térmico. Da pesquisa concluiu-se que, a dissipação de calor é eficaz se fossem utilizados dissipadores de calor com aletas, além de projetar dutos de ar mais curtos a fim de diminuir a resistência do ar.

O presente trabalho propõe utilizar técnicas de CFD na simulação térmica de servidores com gabinetes de tipo 2U. Especificamente, esse estudo de caso envolve o servidor R261-3C0 de duas unidades de rack (2U-Rack) fabricado pela empresa GIGABYTE. O servidor está operando no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico em Informática e Eletroeletrônica (CEPEDI) da cidade de Ilhéus, instalado em um centro de dados de pequeno porte. A simulação visa estabelecer uma metodologia que permita introduzir ajustes no servidor para propor melhorias no desempenho térmico.

A seção 2 apresenta a configuração do servidor usado no estudo de caso e os detalhes da metodologia de simulação empregada. Na seção 3 são apresentados e discutidos os resultados da simulação. Finalmente, a seção 4 apresenta as conclusões e sugestões para desdobramentos futuros de nossa pesquisa.

2. SIMULAÇÃO DO SERVIDOR R261-3C0

Para apresentar e verificar nossa metodologia de simulação CFD usamos como estudo de caso o servidor GIGABYTE R261-3C0, cuja estrutura e principais componentes são mostrados na Figura 1(a) e discriminados na Tabela 1. O modelo geométrico do servidor R261-3C0 foi construído usando as ferramentas *SpaceClaim* e *DesignModeler* do pacote Ansys. No modelo, foram considerados os componentes que liberam energia no sistema (vide Tabela 1), assim como as dimensões e posicionamento de cada elemento. Adicionalmente, foram

utilizadas formas geométricas básicas para aproximar os componentes. O modelo construído, correspondente com nosso domínio computacional, é mostrado na Figura 1(b).

Tabela 1- Componentes do servidor e potência térmica máxima (TDPs)

Componente	TDP (W)	Componente	TDP (W)
ASPEED-AST2500	7,54	Motherboard	80,00
CPUs	100	Porta Ethernet	6,80
DIMM	11,85	Porta USB	4,50
HDD	6,5-9	Porta MLAN	1,00
Intel C621	15,00	Power Units (PSUs)	5% da TDP do sistema
Ventoinha	0-12,8		

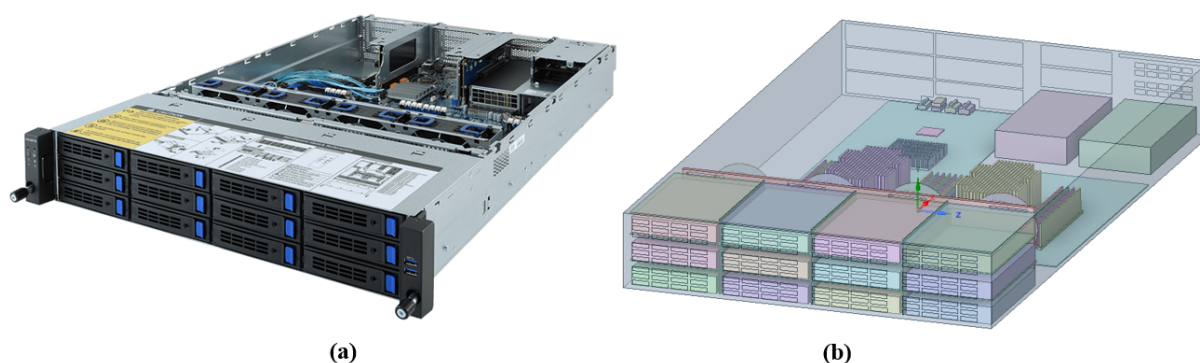


Figura 1- Servidor GIGABYTE R261-3C0, (a) modelo original, (b) modelo geométrico simplificado.

A malha do modelo geométrico foi construída utilizando a ferramenta *mesh* do pacote Ansys. Através de um estudo de independência de malha, verificou-se a temperatura dos componentes de maior potência térmica levando em consideração os valores registrados pelos sensores do servidor, a fim de consolidar uma malha aceitável. Desse modo, a malha do modelo contém um total de 6,33 milhões de elementos e 3,29 milhões de nós, construída através do controle *sizing* e composta por 72,3% de elementos tetraédricos, 27,5% de elementos hexaédricos e 0,2% de elementos prismáticos. Dissipadores de calor, placa-mãe e portas Ethernet são alguns dos componentes sólidos de melhor qualidade de malha devido à sua complexidade geométrica. A Figura 2 mostra a malha utilizada nas simulações.

A métrica usada para avaliar a qualidade de malha foi o *skewness*, segundo Ansys (2013) esse indicador não deve ultrapassar de 0,9, assim, nosso modelo atende às medidas exigidas com um *skewness* mínimo de 0,13 e máximo de 0,85.

A seleção dos materiais no modelo de simulação considerou três materiais relevantes no desenho de servidores. O alumínio (Al) foi escolhido para os dissipadores, portas, gabinete, bandejas e fontes de alimentação. Para os circuitos integrados, e.g., chipsets e processadores foi selecionado o silício (Si). Para outros circuitos e componentes impressos tais como, a placa mãe, memórias e ranhuras, foi selecionada a fibra de vidro, especificamente o material FR-4. Esses materiais também foram utilizados por Ozturk e Tari (2008) e Kushwaha et al. (2012) em suas simulações.

Conforme os trabalhos de Xu et al. (2014) e Gupta et al. (2017) consideramos regime turbulento no interior do domínio computacional, em nosso caso o número de Reynolds foi estimado na ordem de 20000. Além disso, consideramos o fluido em estado transiente,

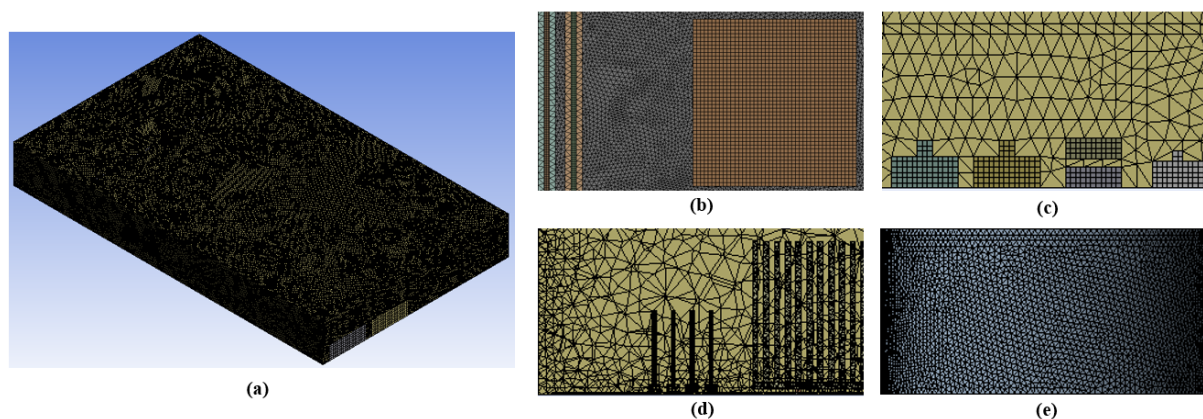


Figura 2- Malha utilizada nas simulações, (a) vista da malha em perspectiva, (b) vista superior da malha no processador e sua vizinhança, (c) vista posterior da malha nas portas USB, Ethernet e vizinhanças, (d) vista posterior da malha na região do dissipador e Dimms, (e) vista lateral da malha na caixa da ventoinha.

tridimensional, incompressível com densidade e viscosidade constantes, a substância escolhida é o ar. Os efeitos da gravidade no eixo vertical (y) são considerados na simulação. Nesse contexto, o sistema depende do tempo das equações de governança. O problema está formado pela equação de continuidade, as equações de Navier-Stokes (conservação do momento) e a equação de conservação da energia. O modelo de turbulência considerado é o $k - \epsilon$ *Realizable*.

Anandakrishnan e Balaji (2009) e Modi (2020) simplificaram as regiões de entrada e saída do modelo geométrico mediante retângulos e polígonos não complexos, levando em conta os parâmetros FAR (*Free Area Ratio*), a longitude característica e o diâmetro hidráulico, como feito nesta pesquisa. Estas simplificações são feitas a fim de diminuir o custo computacional, pois desenhos geométricos complexos afetam o processo de discretização, a qualidade da malha e a convergência. Apenas são considerados como contornos de entrada e saída os localizados na face anterior e posterior do modelo. Assume-se uma velocidade de entrada do ar de 3 m/s e condição de contorno tipo *velocity-inlet* na entrada; a condição de contorno *outlet-vent* é considerada na saída; e condição de parede não deslizante nos componentes internos do servidor e no chassis. Em relação à energia, nas paredes de cada componente interno do servidor, utilizamos a condição de convecção tipo *convective heat transfer*, pertencente à família de condições de contorno associadas às paredes (*Thermal Boundary Conditions at Walls*) e calculando o coeficiente de transferência de calor por convecção forçada a partir do número de Nusselt como sugerido por Cengel et al. (1998), além disso, o fluxo volumétrico de calor (W/m^3) é definido como condição sólida de célula, melhor conhecida como *solid cell zone condition*. O gradiente de temperatura entre as paredes do chassis e o ambiente do centro de dados é muito pequeno, pelo que, a parede do chassis é considerada adiabática. O servidor tem duas fontes de alimentação que fornecem 800W e são modeladas como paralelepípedos homogêneos. Em relação às ventoinhas, conforme sugerido por Tang (2019), assume-se um OPF (*Operating Point of the Fan*) equivalente à 50% do fluxo volumétrico máximo de cada ventoinha. O modelo matemático proposto com os parâmetros e condições de contorno especificadas é resolvido usando o método de volumes finitos (FVM) como aplicado por Kushwaha et al. (2012). Utilizamos o algoritmo SIMPLE, pertencente à família dos métodos segregados baseados na pressão, para resolver as equações discretizadas ao longo do processo iterativo, esse algoritmo foi aplicado por Sakaino (2014) na sua simulação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Verificação do modelo

Obtidos os resultados numéricos de simulação, procedeu-se à verificação de nosso modelo através de duas etapas, na primeira, realizando um ensaio termográfico com o servidor em operação por meio da câmera termográfica FLIR E4 MSX®, cuja precisão é de $\pm 2^\circ\text{C}$ segundo Teledyne FLIR (2022); na segunda etapa, coletamos os dados experimentais gerados a partir dos sensores de temperatura fornecidos pelo fabricante do servidor, com um desvio padrão de $\pm 0.2^\circ\text{C}$ conforme verificado por Tang et al. (2018). As temperaturas dos componentes foram visualizadas através da interface gráfica do console de gerenciamento GSM (*Gigabyte Server Management*), ligada ao BMC (*Baseboard Management Controller*) do servidor. Especificamente foram comparadas as distribuições de temperatura geradas na simulação com a imagem termográfica e as temperaturas coletadas experimentalmente. A comparação entre as distribuições de temperatura obtidas na simulação e o ensaio termográfico são mostradas na Figura 3.

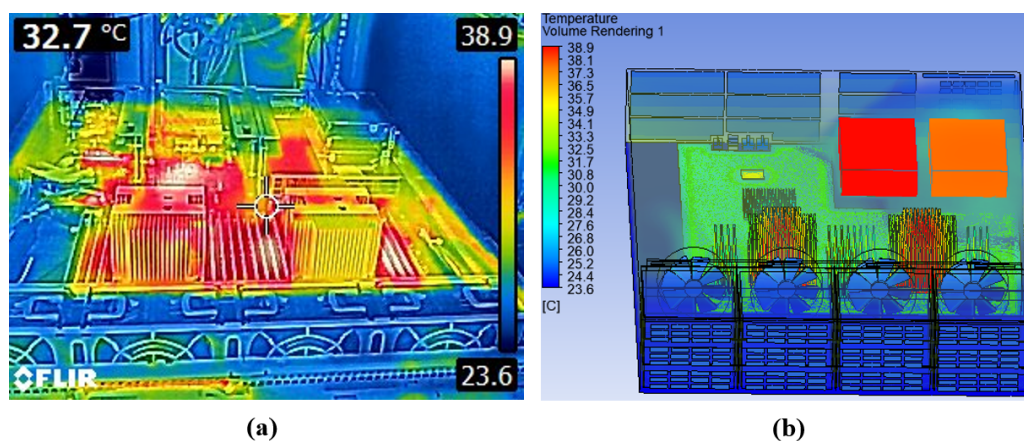


Figura 3- Comparação dos contornos de temperatura, (a) ensaio termográfico e (b) simulação CFD.

Embora a câmara térmica não registre dados específicos, podemos destacar a semelhança entre as duas distribuições. Na região de maiores temperaturas, localizada nos dissipadores de calor do processador e os pentes de memória, no ensaio termográfico a temperatura varia entre 32°C e 39°C , e nos resultados de simulação a temperatura flutua entre 31°C e 38°C . A região de temperaturas intermediárias, localizada na placa mãe fora do processador e dos blocos de memória, identificada na imagem termográfica na cor amarelo-esverdeada temos temperaturas entre 31°C ou 32°C . Na mesma região, identificada no contorno de simulação pela cor verde fosforescente os valores estão entre 30°C e 33.7°C . A região de baixas temperaturas identificadas em ambas as imagens pela cor azul-forte apresenta temperaturas entre 23°C e 25°C . Cada um dos grupos principais de componentes elétricos possui um sensor de temperatura próprio, na Tabela 2 mostramos uma comparação entre os valores das temperaturas médias coletadas dos registros de medições de cada sensor (T_μ^{sen} $^\circ\text{C}$) com os valores obtidos na simulação (T_μ^{simul} $^\circ\text{C}$). Os maiores desvios (δT_μ) aparecem nas temperaturas das fontes de alimentação, onde os valores de simulação sobrestimam aos experimentais, esta diferença foi motivada pelas simplificações adotadas na modelagem destes componentes. A partir da comparação com o ensaio de termografia (Figura 3) e com os dados experimentais do servidor (Tabela 2), podemos afirmar que nossa simulação reproduz o estado operacional do servidor.

Tabela 2- Comparação entre os valores dos sensores do servidor e os obtidos pela simulação CFD

Comp.	$T_{\mu}^{sen} \text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\mu}^{simul} \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\delta_{T_{\mu}}$	Comp.	$T_{\mu}^{sen} \text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\mu}^{simul} \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\delta_{T_{\mu}}$
Processador 1	60,0	56,6	5,67%	HDDs	20,5	23,0	12,2%
Processador 2	62,0	60,7	2,09%	DIMMs	31,5	32,0	1,58%
PSU 1	38,0	43,2	13,7%	Chipsets	33,0	35,3	7,00%
PSU 2	29,0	37,7	30,0%				

3.2 Distribuição de temperaturas e fluxo de ar

A Figura 4 apresenta uma vista superior do campo de temperaturas no servidor. Adicionalmente a Figura 5, mostra o detalhamento da distribuição de temperaturas nos principais componentes. Observa-se nas figuras que a temperatura do sistema varia de 22.94°C a 61.76°C.

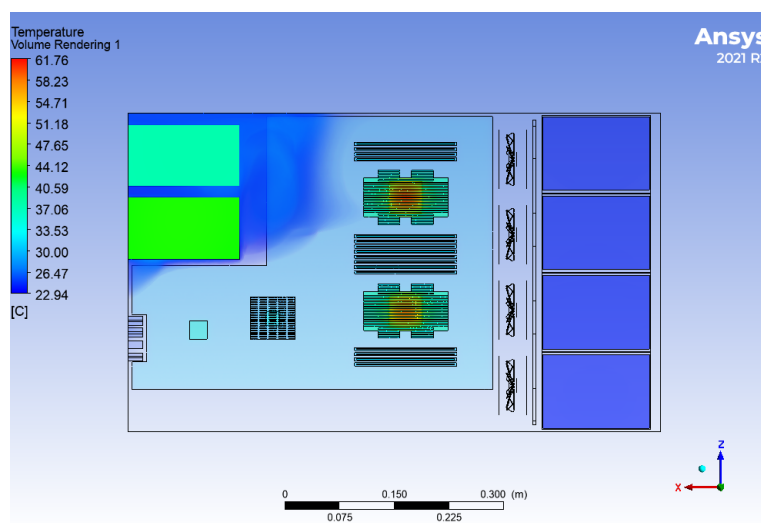


Figura 4- Distribuição de temperaturas no servidor.

A distribuição de temperaturas no dissipador do processador apresenta um formato circular com o máximo no ponto central. Este perfil, se alinha com o problema físico, a liberação de calor é uniforme no processador, e o resfriamento ocorre pelos contornos da superfície, tendo assim uma distribuição de temperaturas radial-simétrica como o ponto de máximo centralizado. O comportamento do chipset Intel C621 é semelhante, embora alcança uma distribuição de temperaturas menor, por ter dimensões menores e menor liberação de energia.

Nestes componentes as aletas dos dissipadores são essenciais no processo de transferência de calor, e o espaçamento entre elas permite a circulação do ar e um melhor resfriamento do componente. Na Figura 5 mostramos o perfil de temperaturas numa das aletas centrais do dissipador. Nas memórias DIMM observamos uma distribuição de temperaturas quase-uniforme, a geração de calor nestes componentes é menor, e o fluxo de ar percorre transversalmente o componente garantindo um bom resfriamento. Em relação às fontes de alimentação (PSUs), temos uma distribuição de temperaturas uniforme com a fonte de maior potência em um nível ligeiramente superior. Conforme indicado na Tabela 1 as potências da fontes foram estabelecidas em 2% e 3% da geração térmica total do servidor (5% da TDP do sistema).

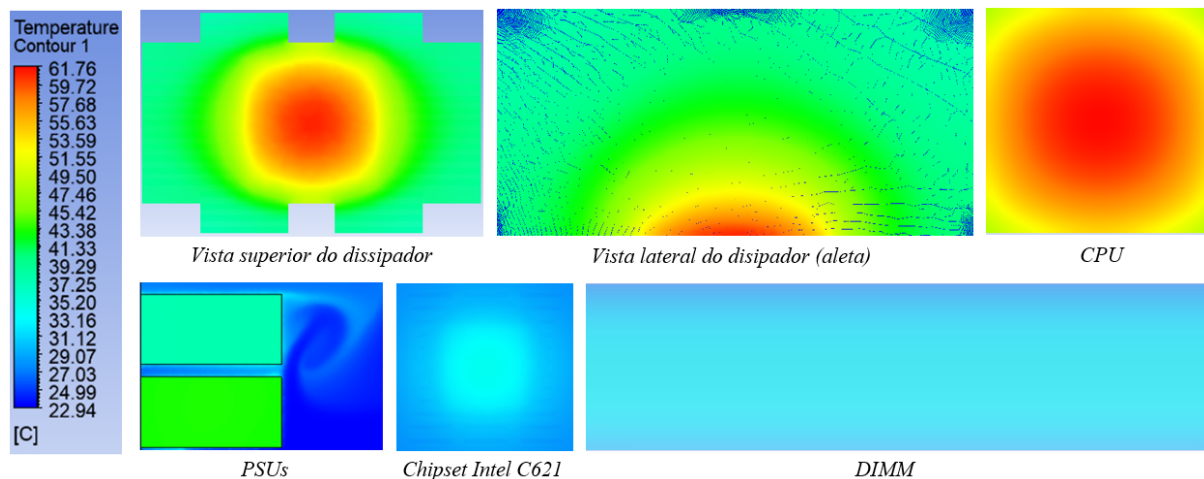


Figura 5- Detalhamento da distribuição de temperatura nos componentes de maior relevância.

Na plataforma GSM verificamos que as ventoinhas *B* e *C* giram a uma maior velocidade que as ventoinhas *A* e *D*, isto devido ao servidor possuir um complemento de ajuste dinâmico de velocidade (*Dynamic Fan Speed Control*), o qual pode variar de acordo com o comportamento da temperatura do sistema. As ventoinhas *B* e *C* giram a 6900 RPM (revoluções por minuto) e as ventoinhas *A* e *D* giram a 5700 RPM. Por meio de linhas de fluxo mostramos o comportamento do fluxo de ar na Figura 6, nela também visualizamos o balanço de massa entre as regiões de entrada e saída do servidor, pois $\dot{m}_{in} \simeq \dot{m}_{out} \simeq 0.05292 \frac{kg}{s}$.

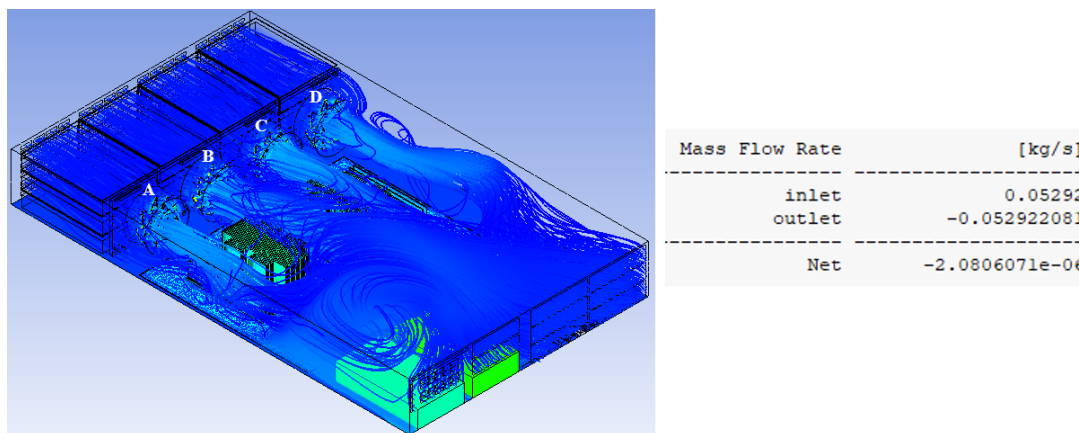


Figura 6- Distribuição do fluxo de ar no interior do servidor e vazão mássica na entrada e saída.

Uma vista superior do fluxo de ar no servidor é apresentada na Figura 7. Dentre as ventoinhas, a única alinhada com um dos dissipadores de processador é a *C*, estabelecendo um fluxo de ar direto sobre ele. A ventoinha *B* orienta suas linhas de fluxo de ar para o resfriamento dos módulos de memória em linha dupla (DIMMs), alocados nas laterais e entre os dissipadores. Na Figura 7 também notamos a formação de vórtices evidenciando a presença do regime turbulento com diversos pontos de recirculação de ar.

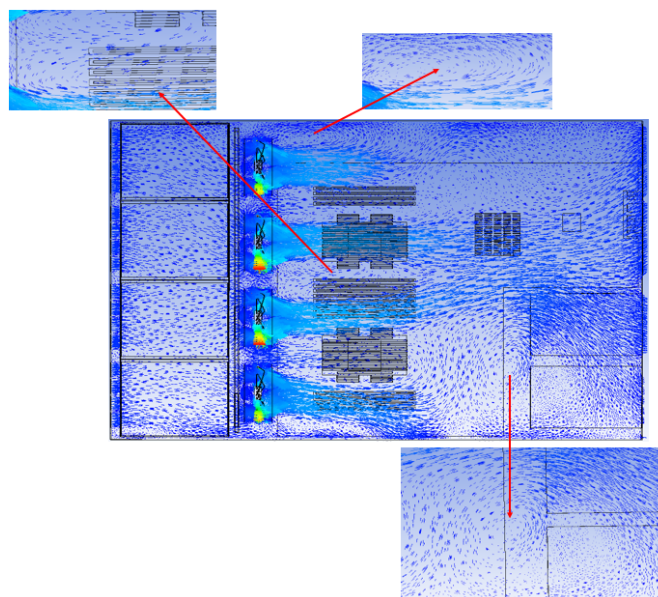


Figura 7- Vista superior do fluxo do ar, formação de vórtices e zonas de recirculação.

3.3 Análises de sensibilidade

Visando avaliar o comportamento de nosso modelo de simulação foi realizada uma análise de sensibilidade. Nela foram consideradas variações na temperatura ambiente e na velocidade de rotação das ventoinhas do servidor. A temperatura associada aos contornos de entrada e saída do gabinete é equivalente à temperatura ambiente do centro de dados. Os valores de temperatura ambiente considerados na análise foram 18°C, 23°C, 28°C e 33°C. Na Figura 8 mostramos a variação de temperaturas nos componentes de maior stress térmico em função da temperatura ambiente. Conforme esperado, nota-se que o aumento da temperatura ambiente provoca um aumento na temperatura de cada componente.

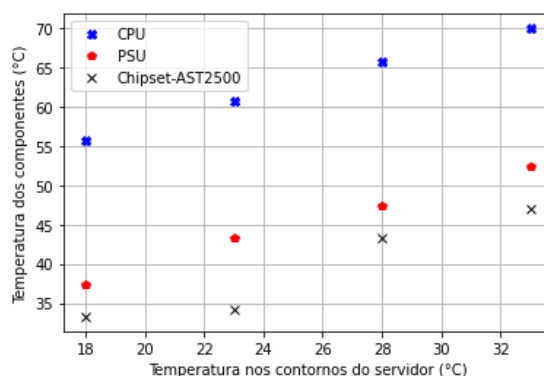


Figura 8- Temperatura dos componentes do servidor em função da temperatura ambiente.

As mudanças na velocidade das ventoinhas foram ajustadas entre 1500 e 7200 RPM, colocando o mesmo valor em todas as ventoinhas, então executamos a simulação mantendo todos os outros parâmetros constantes. As mudanças na velocidade das ventoinhas modificam o fluxo de ar e influenciam os processos de transferência de calor. A variação de temperatura nos principais componentes em função da velocidade da ventoinha é mostrada na Figura 9, a linha vermelha representa a temperatura média dos componentes listados. Conforme esperado,

podemos constatar que o aumento da velocidade provoca uma diminuição da temperatura dos componentes.

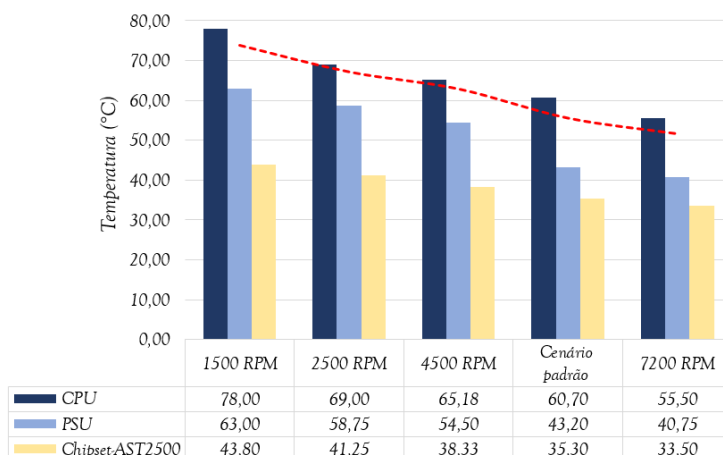


Figura 9- Temperatura dos componentes em função da velocidade das ventoinhas.

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi proposto e verificado um modelo computacional para simulação CFD de um servidor de duas unidades de Rack, especificamente o servidor Gigabyte R261-3C0. O modelo foi verificado ao mostrar resultados numéricos semelhantes aos coletados nos sensores do servidor, e uma distribuição de temperaturas semelhante à oferecida pelo ensaio termográfico. As maiores temperaturas aparecem nos processadores e chipsets do servidor, componentes que apresentam o maior fluxo volumétrico de calor. Foi constatada a presença de vórtices e zonas de recirculação no interior do servidor. A análise de sensibilidade mostrou o comportamento esperado do modelo de simulação em relação a mudanças na temperatura ambiente e na velocidade das ventoinhas. Podemos concluir que o modelo gera resultados consistentes, e pode ser utilizado para estimar os parâmetros térmicos do servidor em diferentes regimes de operação.

O presente trabalho é uma etapa inicial na construção de uma estratégia de otimização de parâmetros de projeto de servidores 2U-Rack visando um aprimoramento das características térmicas do servidor, com impacto na eficiência energética do sistema de resfriamento e do centro de dados. Estabelecido o modelo de simulação, os próximos passos desta pesquisa envolvem aplicar o método Taguchi na construção de uma estratégia de otimização do projeto de servidores 2U-Rack. Entre os parâmetros de projeto a considerar estão: disposição dos componentes com maior stress térmico e das ventoinhas, introdução de dutos sobre os processadores que diminuam a presença de vórtices, aprimoramento dos materiais usados nos dissipadores, e desenho dos contornos de entrada e saída com o aumento da razão de área livre (FAR). Outro dos objetivos da estratégia de otimização em construção é estimar o impacto econômico das mudanças introduzidas no servidor.

Agradecimentos. Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento parcial à execução desta pesquisa. Os autores agradecem à Centro de Computação Avançada e Multidisciplinar (CCAM) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pela infraestrutura computacional proporcionada.

Referências

- Anandakrishnan, M., Balaji, C. (2009), “Cfd simulations of thermal and flow fields inside a desktop personal computer cabin with multi-core processors”, *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, Taylor Francis, v. 3, n. 2, p. 277–288.
- Ansys. (2013), “Ansys Fluent User’s Guide”.
- Caram, V. (2022), “Por que o Brasil é o principal destino Latam de data centers?”, Disponível em: <https://exame.com/bussola/por-que-o-brasil-e-o-principal-destino-latam-de-data-centers/>. Acesso em: 08 de julho de 2022.
- Cengel, Y. A., Klein, S., Beckman, W. (1998), “Heat transfer: a practical approach”, WBC McGraw-Hill Boston, 1998. v. 141. Acesso em: 08 de julho de 2022.
- Garcia, C. (2022), “The Real Amount of Energy A Data Center Uses”.
- Gupta, A., Sridhar, A., Agonafer, D. (2017), “CFD Optimization of the Cooling of Yosemite Open Compute Server”, *International Electronic Packaging Technical Conference and Exhibition*, Vol. 58097, p. V001T02A011, American Society of Mechanical Engineers.
- Kushwaha, A.S, Rao, A.K, Kirar, R. (2012), “Analysis of 1-u server (ericson) for identification of thermally susceptible areas”, *Citeseer*, v. 2.
- Modi, H. (2020), “Computational Study of Air-Cooled Servers with Improved Ducting and Chassis Re-design”, *Master’s thesis, The University of Texas at Arlington*.
- Ozturk, E., Tari, I. (2008), “Forced air cooling of cpus with heat sinks: A numerical study”, *IEEE transactions on components and packaging technologies*, IEEE, v. 31, n. 3, p. 650–660.
- Sakaino, H. (2014), “Local and global dimensional cfd simulations and analyses to optimize serverfin design for improved energy efficiency in data centers”, *IEEE. Fourteenth Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems (ITherm)*, [S.l.]. p. 557–567.
- Tang, Z., Fang, Y., Yu, X. P., Shi, Z., Tan, N. (2018). “A CMOS temperature sensor with versatile readout scheme and high accuracy for multi-sensor systems”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 65(11), 3821–3829.
- Tang, J. (2019), “Fan Basics: Air Flow, Static Pressure and Impedance”, Disponível em: <https://blog.orientalmotor.com/fan-basics-air-flow-static-pressure-impedance>. Acesso em: 20 de julho de 2022.
- Teledyne FLIR. (2022), “Câmeras de Infravermelho com MSX® FLIR E4”, Disponível em: <https://www.flir.com.br/products/e4/?vertical=condition%20monitoringsegment=solutions>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.
- Xu, S., Guo, Z., Hu, G., Chen, W., Lewis, R., Wong, C.-N. (2014), “Thermal and flow fields in single board computer cabin systems using cfd analysis”, *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, Taylor Francis, v. 8, n. 4, p. 574–585.

THERMAL SIMULATION OF 2U-RACK SERVERS USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Abstract. *The data center industry consumes between 196 and 400 terawatt-hours annually, 1% and 2% of the world’s energy consumption. A high percentage of data center energy consumption is associated with air conditioning and cooling systems. The optimization of the data center cooling system can occur at multiple scales. One of the most relevant is the server’s heat generation and transfer processes. In this line, we must study the temperature distribution of each server in its components and understand airflow behavior inside the server chassis. The present work performed a thermal and cooling analysis for a two-unit rack server (2U-Rack) using computational fluid dynamics (CFD) techniques by Ansys Fluent simulation software. A geometric server model was developed, considering heat generation in the main electrical components and heat and air mass transfer with the data center. The model was verified by comparing simulation results with values from the server’s sensors and the results of a thermography test. The simulation allowed us to obtain airflow velocity fields, temperature contours, and the creation of sensitivity scenarios aiming to propose actions that potentially allow building a more energy-efficient server.*

Keywords: *Computational fluid dynamics, Ansys Fluent, Servers, Thermal analysis, Cooling*