



**Manteve a temperatura da SSD do sistema operacional 33 °C mais fria\***

em condições ambientais de 25°C



**Continuou sem falhas em condições de 35 °C**

em que o servidor Supermicro SYS-621C-TN12R apresentou falha



**Manteve a temperatura da SSD do sistema operacional 34 °C mais fria\***

durante um cenário de mau funcionamento do HVAC

\* Temperaturas médias ao longo da carga de trabalho de duas horas em comparação com as do servidor Supermicro SYS-621C-TN12R

## **Aprimorando a eficiência no uso de energia do data center: Suporte temperaturas mais altas com confiança com os servidores Dell PowerEdge HS5620**

**Em cenários de teste de alta temperatura, um servidor Dell PowerEdge HS5620 continuou executando uma carga de trabalho intensiva sem advertências ou falhas de componentes, enquanto um servidor Supermicro SYS-621C-TN12R apresentou falha**

Administrar um data center em temperaturas mais altas pode ajudar as organizações a economizar nos custos de resfriamento e no consumo de energia. A ENERGY STAR® observa que tais medidas podem ser financeiramente benéficas: "Cada aumento de 1°F na temperatura pode economizar de 4% a 5% nos custos de energia."<sup>1</sup> Mas um data center só pode permanecer na temperatura que seu hardware permitir. Os servidores que podem suportar temperaturas diárias mais altas podem ajudar as organizações a cumprir as metas de sustentabilidade. Com o design térmico certo, um servidor também pode continuar funcionando em temperaturas ainda mais quentes em caso de circunstâncias inesperadas, como falhas internas do ventilador ou disfunção no ambiente externo.

Na PT, testamos dois servidores 2U otimizados para a nuvem: o Dell™ PowerEdge™ HS5620 e o Supermicro® SYS-621C-TN12R. Para criar um ambiente em que pudéssemos controlar e medir totalmente a temperatura, construímos um compartimento em torno de um rack de servidor totalmente preenchido. Todos os servidores no rack executavam uma carga de trabalho intensa de ponto flutuante sintético semelhante a uma carga de trabalho de inferência de aprendizado de máquina, que forçava os processadores dos sistemas e gerava calor no ambiente.

Monitoramos as temperaturas internas dos servidores da Dell e da Supermicro durante três tipos de testes baseados em cenários: temperatura ambiente de 25 °C, falha do ventilador e mau funcionamento do HVAC do data center. O sistema Dell foi executado sem advertências de calor dos componentes ou falhas nesses testes. Por outro lado, o sistema Supermicro gerou avisos em todos os cenários e falhas de componentes no segundo e terceiro cenários, resultando em tempo de inatividade do sistema que exigiu intervenção manual. Equipado com vantagens atraentes de design de resfriamento, o Dell PowerEdge HS5620 lidou com cada desafio sem falhas.

## Como realizamos os testes

A Tabela 1 mostra as principais informações de configuração dos dois servidores otimizados para nuvem que testamos. Veja a *ciência por trás do relatório* para ver mais detalhes.

Tabela 1: Principais detalhes de configuração dos servidores que testamos.

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Processadores	2 processadores Intel® Xeon® Gold 6444Y	2 processadores Intel Xeon Gold 6444Y
Memória	RAM DDR5 de 1.024 GB	RAM DDR5 de 1.024 GB
Placa de interface de rede (NIC)	Intel E810-XXV com 2 portas de 25 GbE	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) com 2 portas de 25 GbE
Armazenamento	2 SSDs NVMe® M.2	2 SSDs NVMe M.2
Controlador de armazenamento	Dell BOSS N1	Armazenamento PCIe® de conexão direta
Fonte de alimentação (PSU)	2 Dell 05222NA00 de 1.800 W	2 HMCG94MEBRA123N Supermicro de 1.200 W
Ventiladores	5 Dell HPR Silver 1 Dell HPR Gold	3 ventiladores intermediários Supermicro FAN-0206L4
Sistema operacional	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

Configuramos o servidor Dell com um controlador de armazenamento e duas unidades NVMe M.2 para corresponder à configuração de armazenamento do servidor Supermicro. A configuração do servidor Dell conta com cinco ventiladores Dell HPR Silver e um Dell HPR Gold. O servidor Supermicro suportava três ventiladores de 8 cm, o número máximo que poderia acomodar no momento do teste. Para permitir o monitoramento de desempenho, ajustamos as configurações do perfil de sistema do BIOS no servidor Dell para "Performance Per Watt (OS)". Mantivemos a configuração padrão do BIOS do servidor Supermicro como "OS Controls EPB", pois essa configuração nos permitia monitorar os dados exigidos pelos testes.

Para criar um ambiente no qual pudéssemos controlar e medir a temperatura, criamos um compartimento personalizado em torno de um rack de servidor 42U totalmente carregado. Colocamos o Dell PowerEdge HS5620 e o Supermicro SYS-621C-TN12R no meio do rack na mesma posição quando os testamos. Configuramos o restante do rack de 42U com um switch topo de rack e uma variedade de servidores 2U e 1U, bem como servidores blade e chassi, que geravam calor durante a execução das cargas de trabalho. Capturamos gerenciamento de banda base e telemetria em nível de sistema operacional para monitoramento de componentes com as ferramentas de terceiros Telegraf™ e Prometheus.

Testamos os servidores em três tipos de cenários: operações típicas em condições ambientais de 25 °C, uma falha no ventilador interno (duas vezes, com ventiladores diferentes desativados a cada vez) e um mau funcionamento do HVAC em que a temperatura ambiente subiu para 35 °C. Em cada um desses cenários, usamos a ferramenta stress-ng para forçar os recursos de ponto flutuante dos processadores. Esse tipo de carga de trabalho é essencial para casos de uso, incluindo treinamento em IA e computação com alto desempenho (HPC). Para obter mais informações, consulte a página 3. O gabinete de servidores iniciou a carga de trabalho em quatro ondas, com os sistemas Dell e Supermicro que testamos, iniciando a carga de trabalho na quarta onda, 3 minutos e 30 segundos após o início dos primeiros servidores. Monitoramos temperaturas e estatísticas de hardware por 15 minutos antes de iniciar uma carga de trabalho, durante toda a carga de trabalho de duas horas e por 15 minutos após a conclusão da carga de trabalho.

Para obter mais informações sobre nossos testes, resultados e configurações, consulte a *ciência por trás deste relatório*.

## Visão geral de nossos resultados

Nas Tabelas 2 e 3, mostramos uma visão geral de como vários componentes dos servidores se saíram durante cada teste. Se pelo menos um dos tipos de componentes listados mostrou um aviso ou falha, anotamos isso abaixo. Como mostra a Tabela 2, os componentes do Dell PowerEdge HS5620 permaneceram operacionais em cada tipo de cenário sem exibir nenhuma advertência. Por outro lado, o Supermicro SYS-621C-TN12R apresentou pelo menos um aviso em cada tipo de cenário — inclusive em temperaturas ambientes de 25 °C — bem como falha de componente no cenário de mau funcionamento do HVAC e em ambos os cenários de falha do ventilador (Tabela 3). As falhas de SSD do sistema operacional que observamos nos testes resultaram em falha do sistema, tornando o sistema Supermicro inutilizável e exigindo intervenção manual. Analisamos os projetos térmicos dos servidores e examinamos esses resultados mais detalhadamente nas páginas a seguir.

Tabela 2: Uma visão geral de como os componentes-chave do servidor Dell PowerEdge HS5620 se saíram nos cenários de teste.

Dell PowerEdge HS5620				
Categoria do componente	Temperatura ambiente de 25 °C	Falha no ventilador 2	Falha no ventilador 3	Mau funcionamento do HVAC
CPU	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas
RAM	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas
NIC	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas
M.2 SSD	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas
PSU	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas

Tabela 3: Uma visão geral de como os componentes-chave do servidor Supermicro SYS-621C-TN12R se saíram nos cenários de teste.

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Categoria do componente	Temperatura ambiente de 25 °C	Falha no ventilador 1	Falha no ventilador 3	Mau funcionamento do HVAC
CPU	✓ Sem advertências ou falhas	▲ Aviso	▲ Aviso	▲ Aviso
RAM	✓ Sem advertências ou falhas	▲ Aviso	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas
NIC	✓ Sem advertências ou falhas	▲ Aviso	✓ Sem advertências ou falhas	▲ Aviso
M.2 SSD	▲ Aviso	✘ Falha	▲ Aviso	✘ Falha
PSU	✓ Sem advertências ou falhas	✓ Sem advertências ou falhas	✘ Falha	✓ Sem advertências ou falhas

### Referente a carga de trabalho que usamos em nossos testes

Usamos a ferramenta stress-ng para executar uma carga de trabalho de ponto flutuante nos sistemas testados. Os cálculos de ponto flutuante desempenham um papel crítico no gerenciamento de cálculos matemáticos envolvendo números com partes de frações. Eles são especialmente vitais para cargas de trabalho científicas e de engenharia que exigem computação numérica de alta precisão, como treinamento em IA, algoritmos de aprendizado de máquina, simulações científicas, modelagem financeira e aplicativos de Desenho assistido por computador (CAD).

# Análise do design de resfriamento do sistema: Uma análise mais detalhada das vantagens do Dell PowerEdge HS5620

Analisar o design térmico dos sistemas é a chave para entender como eles se comportaram em cada cenário de teste. Os servidores utilizam vários elementos de design para manter os sistemas resfriados, como o design da placa-mãe. A colocação de componentes sensíveis na placa-mãe pode ajudar a proteger esses componentes contra o superaquecimento um do outro. Além disso, os ventiladores mantêm o fluxo do ar, enquanto o design do chassi também ajuda a proteger os componentes do ar quente. Abaixo, examinamos esses elementos de design nos servidores Dell PowerEdge HS5620 e Supermicro SYS-621C-TN12R

## Design da placa-mãe

O layout da placa-mãe do sistema Supermicro era particularmente problemático quando se tratava da colocação dos módulos NVMe M.2. Por exemplo, no segundo e terceiro cenários de teste, até mesmo a temperatura do SSD ocioso aumentou, pois ele estava diretamente abaixo de um processador sob carga. Além disso, no lado direito do chassi, não havia um ventilador dedicado alimentando o ar no módulo de alimentação (PDU) que conectava as PSUs gêmeas ao restante do sistema. Em vez disso, o sistema Supermicro dependia do fluxo de ar dos ventiladores integrados às PSUs na parte traseira do chassi. Embora não tenhamos observado uma falha nesta PDU, o BMC relatou uma falha da PSU durante o segundo cenário de falha do ventilador, demonstrando a desvantagem desse design (consulte a *ciência por trás do relatório* para obter mais informações sobre esse teste). Veja a Figura 1.

Por outro lado, a placa-mãe do Dell PowerEdge HS5620 apresentou um design mais complexo. Os módulos de resfriamento do processador usavam tubulações de calor nos dissipadores de calor para permitir um resfriamento mais eficaz. A PDU foi integrada à placa-mãe, permitindo um fluxo de ar mais suave em seus componentes. Na configuração que testamos, a PDU tinha um ventilador Dell HPR Gold e um Dell HPR Silver que forneciam resfriamento aos componentes. Como mostra a Figura 2, as aberturas no defletor de ar do sistema Dell permitiram a passagem de ar frio sobre os componentes, reduzindo a transferência de calor de um componente para outro.



Figura 1: O layout da placa-mãe do Supermicro SYS-621C-TN12 que testamos. Adicionamos etiquetas e setas de componentes que mostram a direção do fluxo de ar dos ventiladores, com o ar mais frio indicado por azuis e roxos e o ar mais quente indicado por vermelhos, laranjas e amarelos. Origem: Principled Technologies.



Figura 2: O layout da placa-mãe do Dell PowerEdge HS5620 que testamos, mostrando a camada térmica inferior (esquerda) e a camada térmica superior (direita) que o defletor divide. Adicionamos etiquetas e setas de componentes que mostram a direção do fluxo de ar dos ventiladores, com o ar mais frio indicado por azuis e roxos e o ar mais quente indicado por vermelhos, laranjas e amarelos. Origem: Principled Technologies.

## Ventiladores

Os ventiladores de um sistema são uma parte essencial do design de resfriamento. A configuração do Dell PowerEdge HS5620 que testamos contava com cinco ventiladores Dell HPR Silver de 60 mm e um Dell HPR Gold de 60 mm. O Supermicro SYS-621C-TN12R que testamos usava três ventiladores principais de 80 mm para resfriamento. Em ambos os servidores, cada uma das fontes de alimentação tinha um ventilador dedicado adicional integrado.

Pés cúbicos por minuto (CFM) é uma classificação que indica a quantidade de ar que um ventilador pode mover. De acordo com suas etiquetas, os seis ventiladores no sistema Dell eram de 57,26 CFM cada (total de 343,56 CFM), enquanto os três ventiladores no sistema Supermicro eram de 104,7 CFM cada<sup>2</sup> (total de 314,10 CFM). Embora esses totais tenham sido próximos, o CFM é apenas parte da história em um servidor. Em nossos testes, também descobrimos que os ventiladores do servidor Supermicro SYS-621C-TN12R funcionavam a cerca de 13.500 RPM na carga de pico. Os ventiladores de rotor duplo do servidor Dell PowerEdge HS5620 giraram a cerca de 20.000 RPM em nossos testes. Essas diferenças de velocidade e design permitiram que os ventiladores do sistema Dell gerassem maior pressão estática, o que significa que eles empurraram o ar através do sistema com mais força. Isso também significa que eles neutralizaram a contrapressão no corredor quente, o que é fundamental para um resfriamento eficaz,<sup>3</sup> já que equipamentos no data center com ventiladores mais fortes podem sobrecarregar aqueles com ventiladores com baixa potência, levando a resfriamento insuficiente.

## Design do chassi

O chassi Supermicro SYS-621C-TN12R incluía saídas de ar em ambos os lados, entre os ventiladores e o backplane de armazenamento, que não estavam presentes no servidor Dell. Em teoria, essas saídas de ar podem funcionar para permitir fluxo de ar adicional para o chassi em um ambiente de servidor de ar aberto sem gabinetes ou contenção de corredor quente. No entanto, na prática, o design dos gabinetes do data center indica que as laterais de um chassi de servidor estão dentro da mesma zona térmica que o corredor quente: Como os racks e gabinetes de servidor permitem o fluxo de ar livre nas laterais dos servidores, essas saídas de ar não são isoladas. Portanto, em vez de expelir ar quente ou puxar o ar frio, as saídas de ar podem permitir que o ar pré-aquecido por trás da pilha do servidor entre no chassi e circule pelos componentes, criando um circuito de aquecimento. Veja a Figura 3.

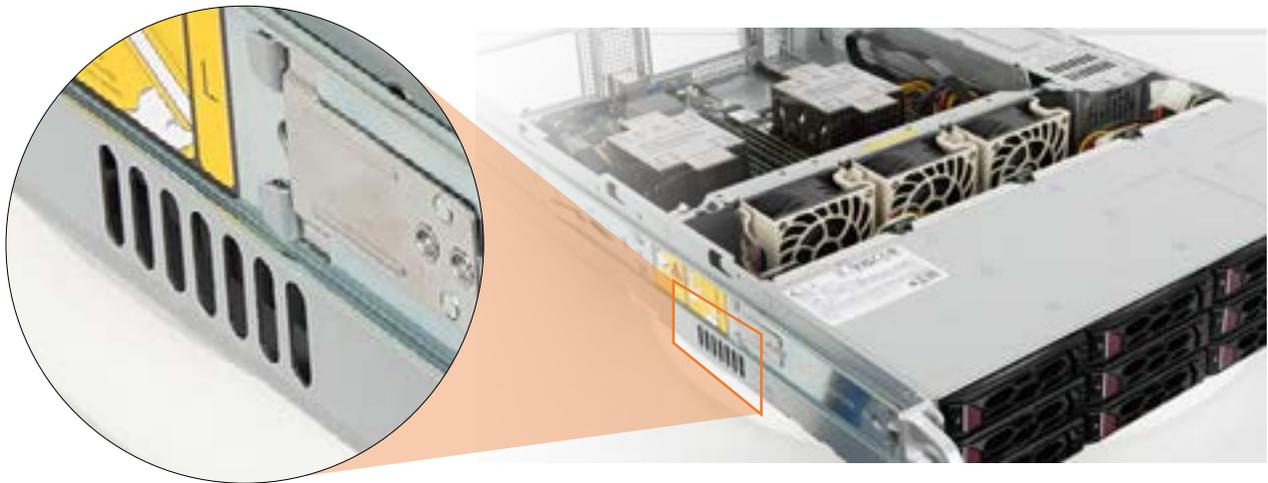


Figura 3: Saídas de ar no chassi do Supermicro SYS-621C-TN12 que testamos, que podem permitir que o ar pré-aquecido do corredor quente circule pelos componentes do servidor. Origem: Principled Technologies.

## Principais descobertas do design térmico

O layout da placa-mãe do **servidor Dell PowerEdge HS5620** ajudou a reduzir a transferência de calor entre os componentes. O sistema tinha um total de seis ventiladores girando a 20.000 RPM cada. O layout da placa-mãe do servidor **Supermicro SYS-621C-TN12R** colocava os componentes sensíveis próximos uns dos outros. O sistema tinha um total de três ventiladores girando a 13.500 RPM cada. Além disso, as saídas de ar na lateral do chassi podiam permitir que o ar aquecido do corredor quente circulasse pelo sistema.

# O Dell PowerEdge HS5620 continuou sem sequer uma advertência de componente; o Supermicro SYS-621C-TN12R apresentou falha em dois cenários

## Cenário 1: Temperatura ambiente de 25 °C

Para ver o desempenho dos servidores em temperaturas típicas do data center, executamos nosso primeiro cenário. A American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) recomenda manter um data center típico em temperaturas entre 18 °C e 27 °C, embora temperaturas de até 45 °C sejam aceitáveis para certas classes de equipamentos.<sup>4</sup> Neste cenário, buscamos uma temperatura ambiente de 25 °C no ambiente de teste à medida que executamos as cargas de trabalho nos servidores.

O Dell PowerEdge HS5620 não exibiu nenhuma advertência ou falha de componente nesse cenário. Seu design de fluxo de ar manteve as zonas térmicas isoladas, mantendo temperaturas de operação seguras para todos os componentes. Em contraste, em 22 minutos de teste, o Baseboard Management Controller (BMC) do sistema Supermicro alertou que a SSD do sistema operacional atingiu uma temperatura crítica. Em seguida, 10 minutos depois, afirmou que a unidade havia atingido um estado irrecuperável, embora a SSD não tenha falhado nesse cenário. Isso ocorreu porque esse alerta do BMC não sondou o componente em busca de falha — ele simplesmente indicou que a unidade tinha ultrapassado um limite em que a falha pode ser iminente.

Durante a carga de trabalho de duas horas, a SSD do sistema operacional do servidor Dell atingiu uma temperatura média de 43,9 °C, enquanto a SSD ociosa teve uma temperatura média de 45,5 °C. A SSD do sistema Supermicro teve uma média de 77,5 °C e a SSD ociosa teve uma média de 61,7 °C durante o teste — temperaturas até 33,6 °C mais quentes do que no sistema Dell. Enquanto os processadores do servidor da Dell tiveram médias de 73,7 °C e 70,7 °C durante a carga de trabalho, os processadores do servidor da Supermicro tiveram médias de 77,9 °C e 71,1 °C.

As Figuras 4 e 5 mostram as temperaturas da SSD e do processador para os dois sistemas durante o teste de duas horas. A Figura 6 mostra o consumo de energia dos servidores, em que os aumentos de energia correspondem ao efeito da carga de trabalho nos sistemas, incluindo os ventiladores que trabalham para resfriar os servidores.

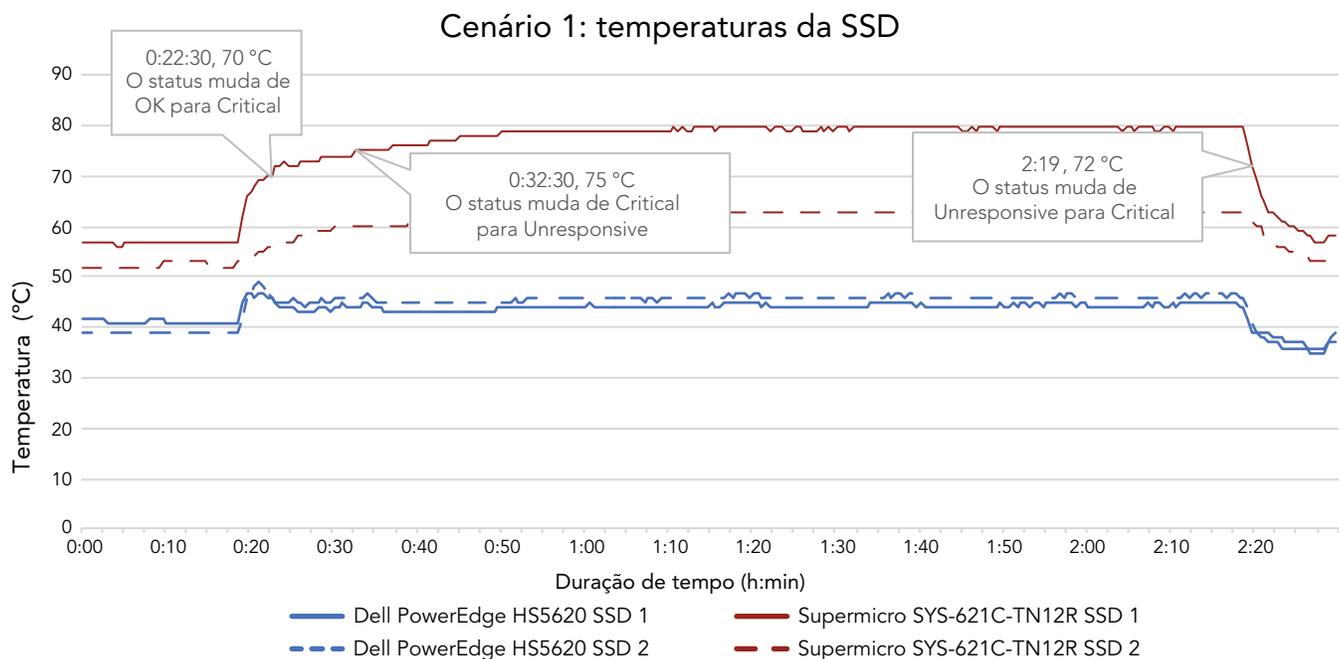


Figura 4: Temperaturas da SSD no Dell PowerEdge HS5620 e no Supermicro SYS-621C-TN12 durante o primeiro cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante em temperaturas ambientes de 25 °C. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. A SSD 1 executava o SO, enquanto a SSD 2 estava ociosa. Quanto mais baixas as temperaturas, melhor. Origem: Principled Technologies.

### Cenário 1: temperaturas do processador

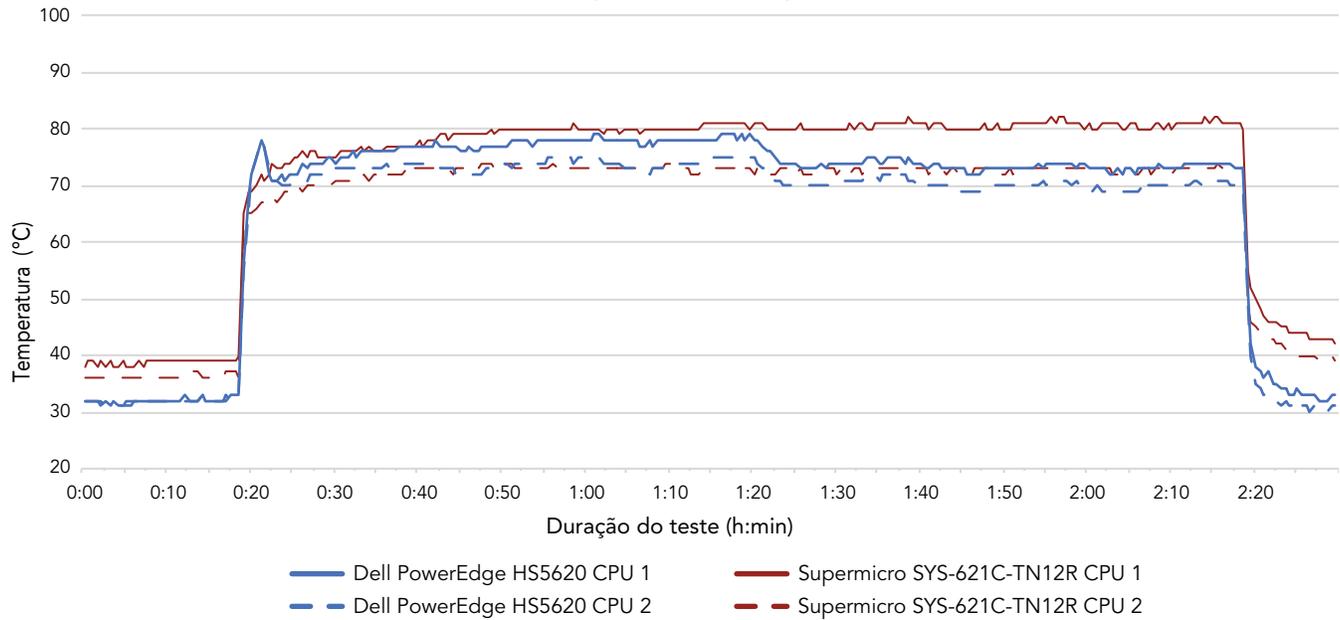


Figura 5: Temperaturas do processador no Dell PowerEdge HS5620 e no Supermicro SYS-621C-TN12 durante o primeiro cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante em temperaturas ambientes de 25 °C. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. Quanto mais baixas as temperaturas, melhor. Origem: Principled Technologies.

### Cenário 1: consumo de energia

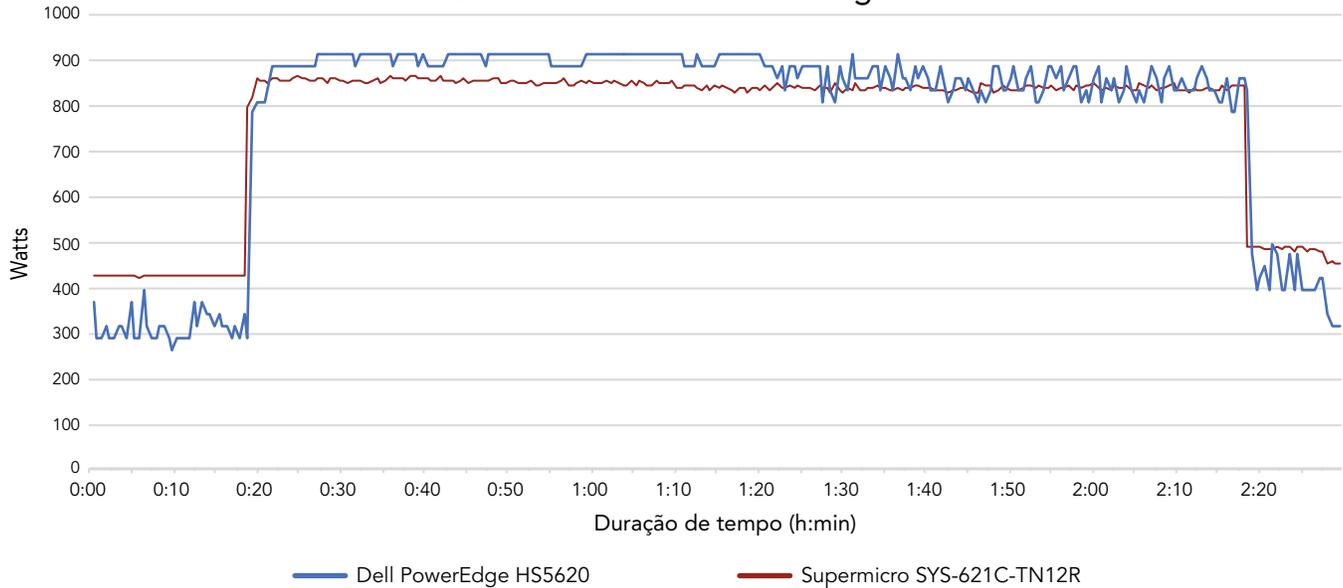


Figura 6: Consumo de energia, em watts, do Dell PowerEdge HS5620 e do Supermicro SYS-621C-TN12 durante o primeiro cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante em temperaturas ambientes de 25 °C. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. Origem: Principled Technologies.

Neste cenário que reflete as operações diárias em um data center a 25 °C, o Dell PowerEdge HS5620 foi executado sem levantar preocupações, enquanto o Supermicro SYS-621C-TN12R emitiu uma advertência crítica para sua unidade de sistema operacional. A Tabela 4 resume os resultados desse cenário de teste.

Tabela 4: Um resumo de nossas descobertas ao longo do primeiro teste de duas horas, em que os servidores executaram uma carga de trabalho de ponto flutuante em temperaturas ambientes de 25 °C.

Cenário 1: Temperatura ambiente de 25 °C		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultado	✓ Sem falha do sistema	✓ Sem falha do sistema
Falhas de componentes	Nenhum	Nenhum
Advertências de componentes	Nenhum	SSD do SO
Temperatura média da SSD do SO	43,9 °C	77,5 °C
Temperatura média da SSD ociosa	45,5 °C	61,7 °C
Temperaturas médias do processador	73,7 °C 70,7 °C	77,9 °C 71,1 °C

## Cenário 2: Falha no ventilador

Embora o monitoramento cuidadoso e a manutenção regular possam estender a vida útil de um servidor, os componentes internos podem falhar inesperadamente. Em nosso segundo cenário de teste, buscamos ver como cada servidor se comportaria com uma falha do ventilador.

Em termos de cobertura de fluxo de ar equivalente dos componentes, determinamos que o ventilador 1 no servidor Supermicro se alinha melhor ao ventilador 2 no sistema Dell — desativamos manualmente esses ventiladores para teste. Iniciamos novamente o teste a uma temperatura ambiente de 25 °C e iniciamos a carga de trabalho após 15 minutos de execução dos servidores ociosos. Ao longo do teste de duas horas e por 15 minutos depois, monitoramos os sistemas em busca de advertências e falhas.

O Dell PowerEdge HS5620 não apresentou nenhuma falha de componente ou emitiu nenhuma advertência de componente, enquanto o Supermicro SYS-621C-TN12R — com apenas dois ventiladores saudáveis — nos alertou sobre altas temperaturas para os processadores, a RAM e duas NICs. **A unidade do sistema operacional do sistema Supermicro falhou após 1 hora e 49 minutos do teste, resultando em falha do sistema. Depois que a SSD esfriou e o sistema operacional pôde voltar a funcionar; tivemos que reiniciar o servidor por meio do BMC.** Os canais de ar e ventiladores do sistema não foram capazes de compensar as deficiências no design de resfriamento, como padrões de fluxo de ar que direcionavam o ar quente dos processadores e da memória sobre as SSDs. Por outro lado, o maior número de ventiladores do sistema Dell — cada um girando a uma taxa mais alta de rotações por minuto (RPM) do que os do sistema Supermicro — e o design do fluxo de ar ajudaram a manter os componentes do sistema mais frios e funcionais.

Descobrimos novamente que o sistema Dell manteve temperaturas mais baixas, em média, ao longo da carga de trabalho de duas horas. A SSD do SO teve uma média de 54,2 °C, o que foi 28,0 °C mais frio do que a média de 82,2 °C da SSD do SO do servidor da Supermicro. A SSD ociosa do sistema Dell teve uma média de 47,0 °C, ou 21,5 °C mais fria do que a média de 68,5 °C da SSD ociosa do servidor da Supermicro. Em relação às temperaturas médias do processador, as temperaturas médias do servidor Dell eram de 56,9 °C e 44,3 °C, enquanto as do servidor Supermicro funcionavam muito mais quentes, a 98,6 °C e 72,8 °C, uma diferença de temperatura de até 54,3 °C. Vimos os sistemas de gerenciamento de servidores da Dell ajustarem o desempenho quando as temperaturas ultrapassavam os limites de segurança com base na detecção de falhas de hardware de resfriamento ou condições ambientais anormais.

As Figuras 7 e 8 mostram as medições de temperatura da SSD e do processador que coletamos. A Figura 9 compara o consumo de energia dos sistemas à medida que os sistemas executavam a carga de trabalho, gerando calor interno sob carga e compensando a perda do ventilador.

## Cenário 2: temperaturas da SSD

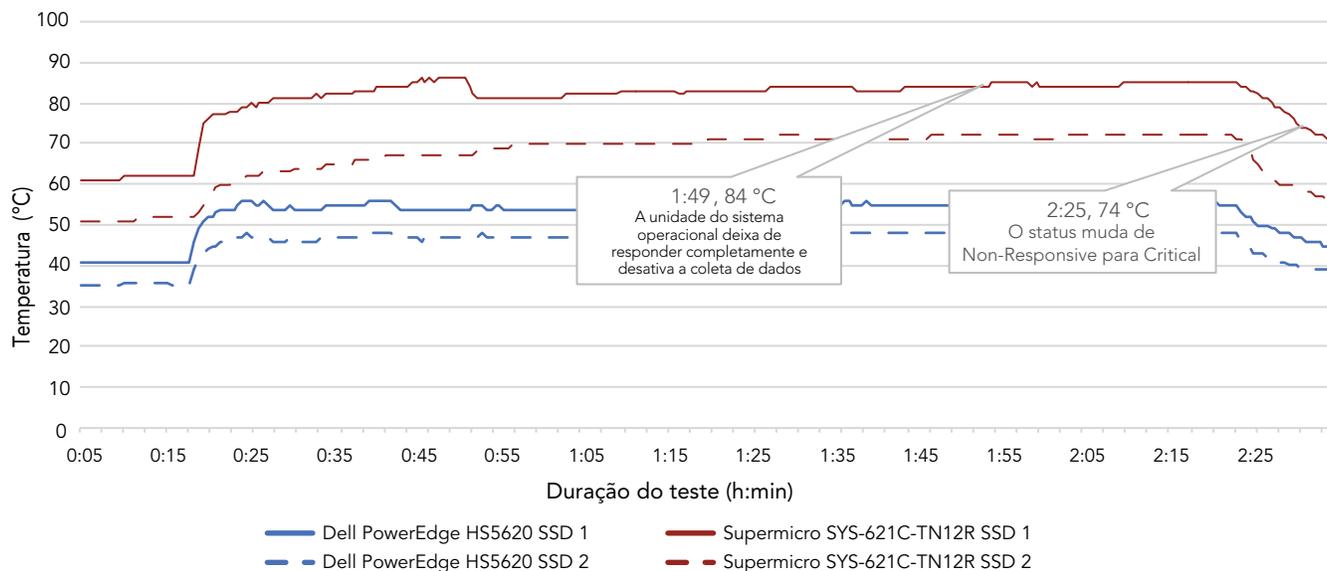


Figura 7: Temperaturas da SSD no Dell PowerEdge HS5620 e no Supermicro SYS-621C-TN12 durante o segundo cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante com um ventilador desativado em cada servidor. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. A SSD 1 executava o SO, enquanto a SSD 2 estava ociosa. Quanto mais baixas as temperaturas, melhor. Origem: Principled Technologies.

## Cenário 2: temperaturas do processador

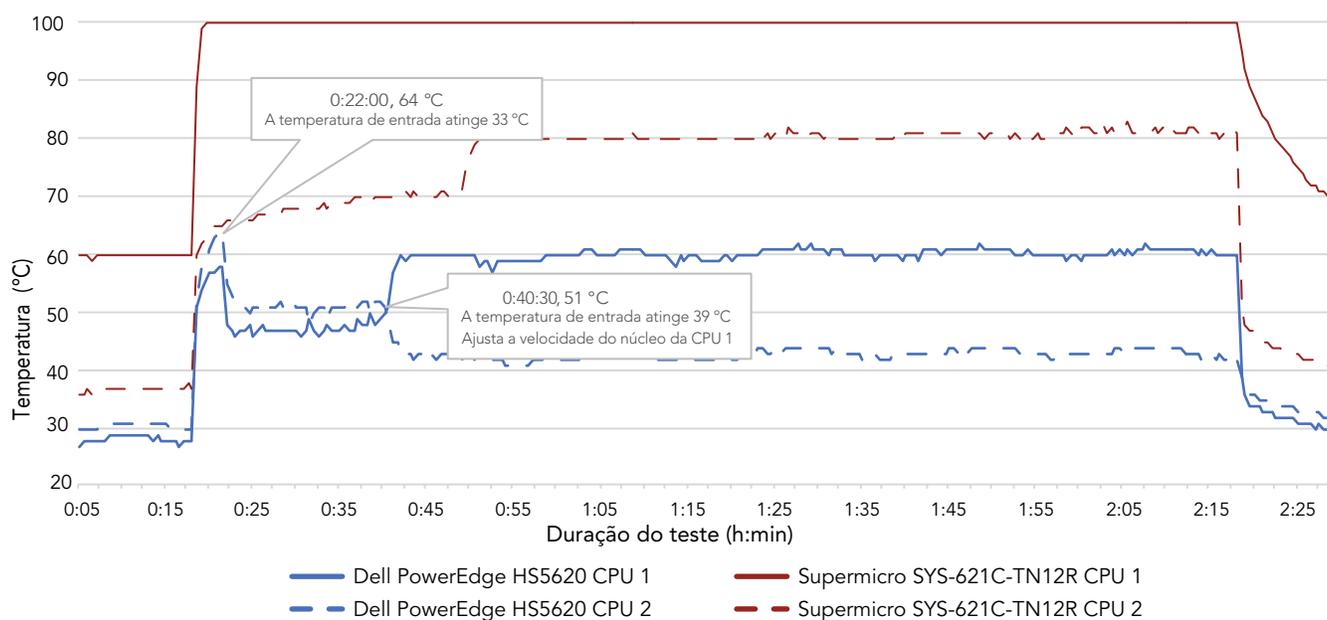


Figura 8: Temperaturas do processador no Dell PowerEdge HS5620 e no Supermicro SYS-621C-TN12 durante o segundo cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante com um ventilador desativado em cada servidor. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. Quanto mais baixas as temperaturas, melhor. Origem: Principled Technologies.

## Cenário 2: consumo de energia

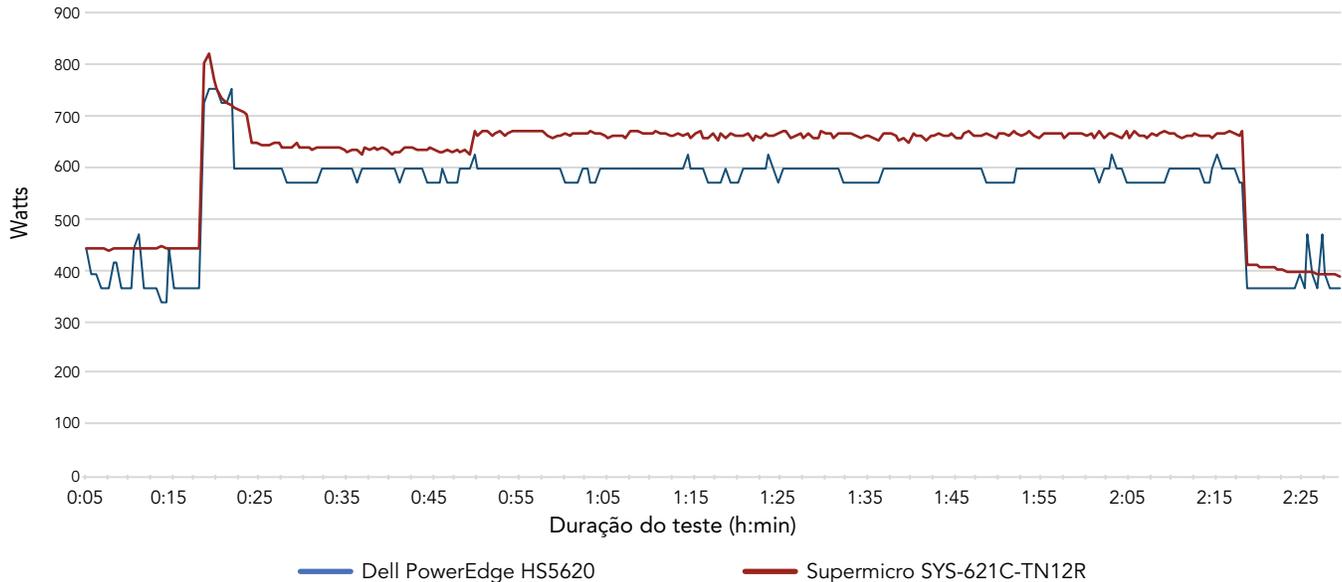


Figura 9: Consumo de energia, em watts, do Dell PowerEdge HS5620 e do Supermicro SYS-621C-TN12 durante o segundo cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante com um ventilador desativado em cada servidor. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. Origem: Principled Technologies.

Um servidor que pode permanecer operacional quando um ventilador falha abre espaço para que uma organização implemente um procedimento de contingência, enquanto os administradores de TI fazem a manutenção do sistema. Mas se a unidade do sistema operacional de um servidor ou outro componente crítico falhar logo após o ventilador, aplicativos importantes podem ficar off-line inesperadamente, interrompendo os usuários. A espera por um ventilador substituído pode manter o servidor desligado por períodos ainda mais longos. A Tabela 5 resume nossas descobertas desse cenário de teste.

Tabela 5: Um resumo de nossas descobertas ao longo do segundo teste de duas horas, em que os servidores executaram uma carga de trabalho de ponto flutuante com um ventilador desativado em cada servidor.

Cenário 2: Falha no ventilador		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultado	✓ Sem falha do sistema	✗ Falha do sistema
Falhas de componentes	Nenhum	SSD do SO
Advertências de componentes	Nenhum	1 SSD, 1 CPU, 1 módulo de memória, 2 NICs
Temperatura média da SSD do SO	54,2 °C	82,2 °C
Temperatura média da SSD ociosa	47,0 °C	68,5 °C
Temperaturas médias do processador	56,9 °C 44,3 °C	98,6 °C 72,8 °C

Também executamos um segundo cenário de falha do ventilador, em que o ventilador que desativamos em ambos os servidores estava em uma posição diferente. Para esse cenário, determinamos que o ventilador 3 no sistema Supermicro era comparável ao ventilador 3 no sistema Dell. Mais uma vez, o Dell PowerEdge HS5620 não apresentou nenhuma advertência ou falha de componente, mas o Supermicro SYS-621C-TN12R enviou advertências para os processadores e as SSDs, e uma de suas duas PSUs apresentou falha. (Para obter mais informações sobre esse teste, consulte a *ciência por trás do relatório*.)

### Cenário 3: Mau funcionamento do HVAC

As falhas inesperadas não se limitam aos componentes internos do servidor — o superaquecimento também pode ocorrer quando algo dá errado com uma instalação. Nosso terceiro cenário espelha um data center cujo sistema de resfriamento não funciona corretamente.

Durante 15 minutos, verificamos se cada um dos componentes dos servidores estava on-line e íntegro em temperaturas ambientes de 25 °C. Em seguida, executamos a carga de trabalho por 15 minutos antes de desligar todo o tratamento de ar no ambiente de teste. Quando a temperatura ambiente atingiu 35 °C — cerca de uma hora depois — ligamos o tratamento de ar novamente para refletir uma situação em que uma equipe da instalação conserta o sistema HVAC. Acompanhamos o andamento do resfriamento dos servidores até que a temperatura ambiente retornasse a 25 °C.

De acordo com a documentação, o Dell PowerEdge HS5620 pode ser executado em condições de 30 °C na configuração testada.<sup>5</sup> Nesse cenário em que as temperaturas subiram para 35 °C, o sistema trabalhou além de seu limite e não emitiu nenhuma advertência no nível do componente nem apresentou falhas. Vimos ele ajustar a velocidade do núcleo do processador e o consumo de energia para evitar o superaquecimento em resposta aos sinais do sensor de entrada (consulte a *ciência por trás do relatório* para obter mais informações). **Embora a documentação do Supermicro SYS-621C-TN12R afirme que o sistema pode operar em ambientes de 35 °C,<sup>6</sup> ele apresentou falha de SSD do sistema operacional nesse cenário, resultando em falha do sistema.** A telemetria do aplicativo do sistema operacional parou quase uma hora após o teste. O sistema parou de responder aos comandos SSH e KVM, então o desligamos manualmente com o BMC. Notavelmente, mesmo durante esse tempo de inatividade, o sistema continuou a consumir mais energia do que o Dell PowerEdge HS5620 (Figura 12). Nesse cenário, o sistema Supermicro também emitia advertências de alta temperatura em uma NIC e um processador.

Durante a carga de trabalho de duas horas, a SSD do sistema operacional do sistema Dell teve uma média de 48,0 °C, e a SSD ociosa teve uma média de 49,2 °C. Em comparação com as temperaturas médias da SSD do sistema Supermicro (82,4 °C para a unidade do sistema operacional e 66,4 °C para a unidade ociosa), o sistema Dell manteve as SSDs até 34,4 °C mais frias.

As Figuras 10 e 11 mostram as temperaturas da SSD e do processador dos dois sistemas durante esse cenário. A Figura 12 compara os aumentos de consumo de energia dos sistemas à medida que eles executam a carga de trabalho.

#### Cenário 3: temperaturas da SSD

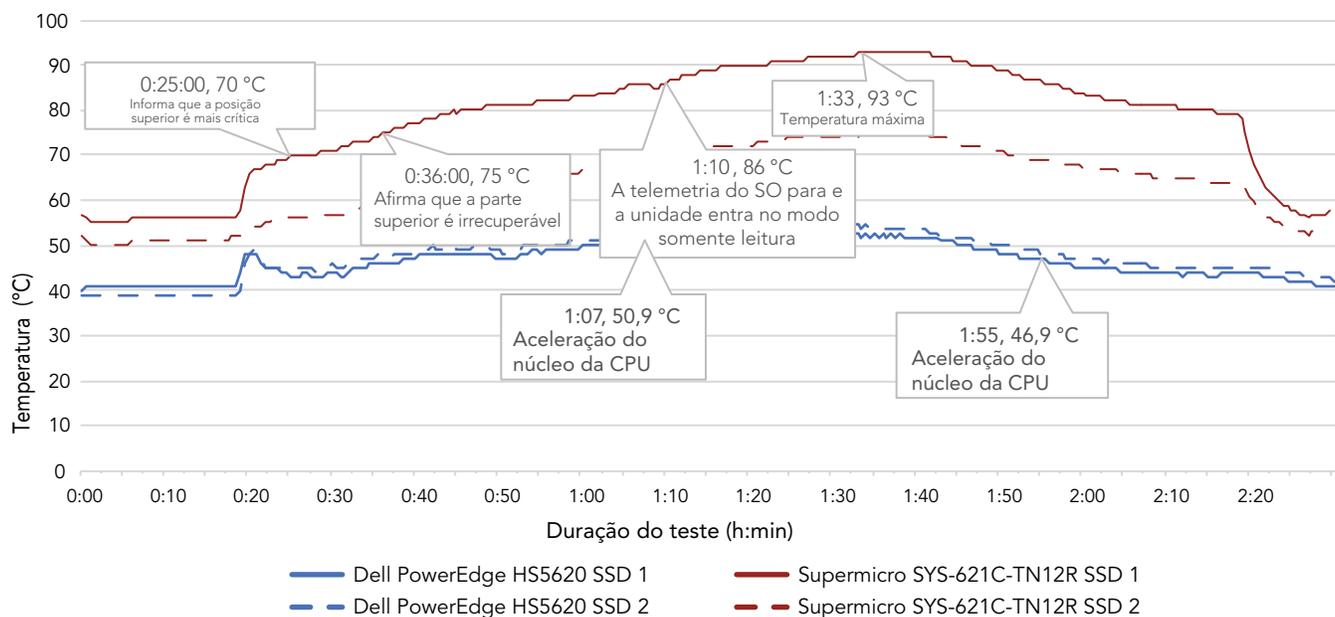


Figura 10: Temperaturas da SSD no Dell PowerEdge HS5620 e no Supermicro SYS-621C-TN12 durante o terceiro cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante enquanto as temperaturas ambiente subiam de 25 °C para 35 °C para simular uma falha no HVAC. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. A SSD 1 executava o SO, enquanto a SSD 2 estava ociosa. Quanto mais baixas as temperaturas, melhor. Origem: Principled Technologies.

### Cenário 3: temperaturas do processador

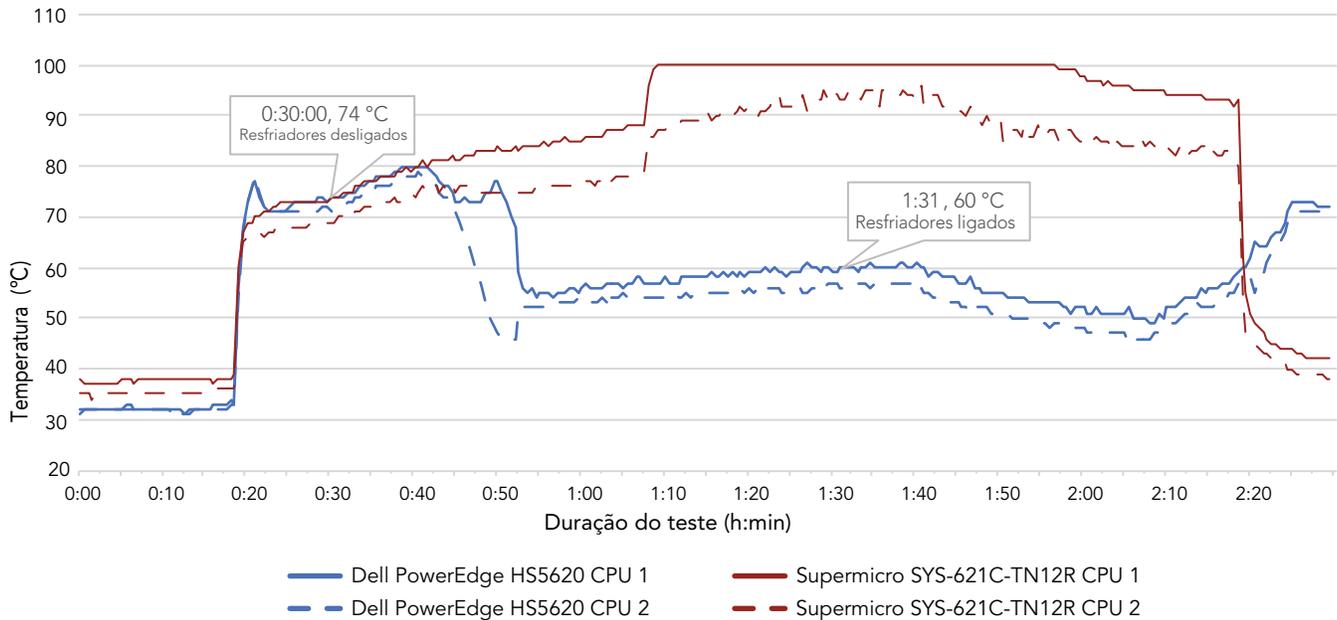


Figura 11: Temperaturas do processador no Dell PowerEdge HS5620 e no Supermicro SYS-621C-TN12 durante o terceiro cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante enquanto as temperaturas ambiente subiam de 25 °C para 35 °C para simular uma falha no HVAC. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. Quanto mais baixas as temperaturas, melhor. Origem: Principled Technologies.

### Cenário 3: consumo de energia

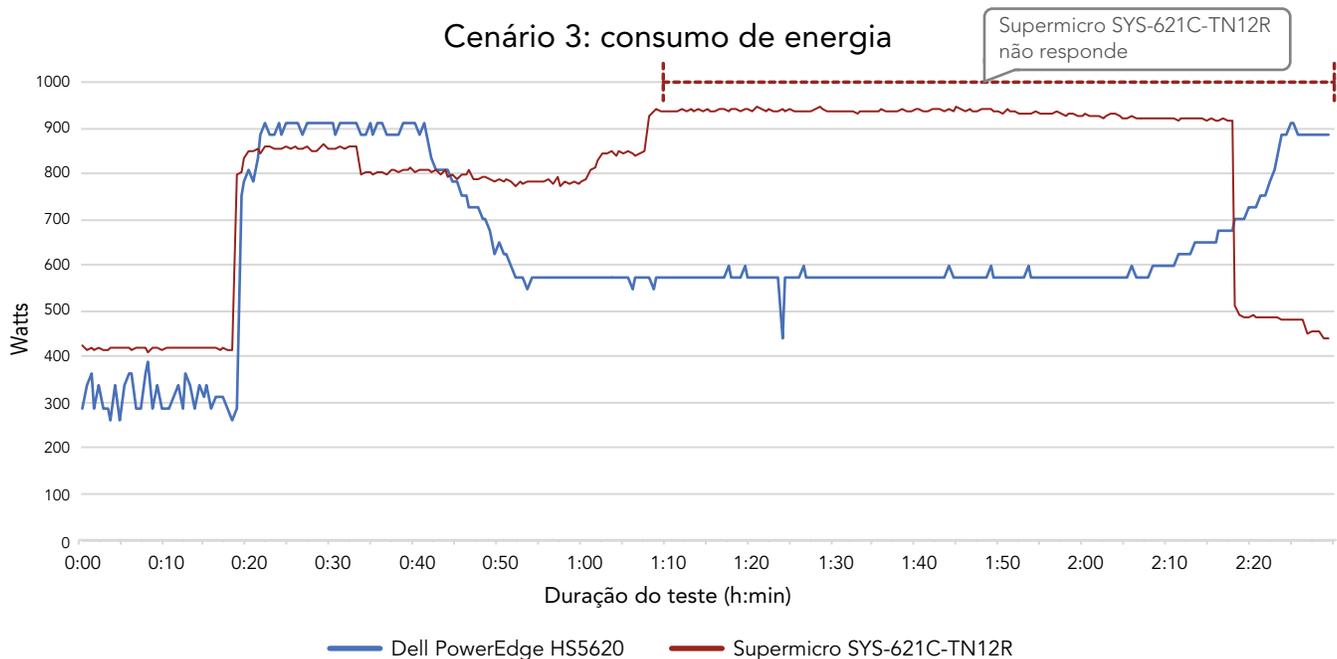


Figura 12: Consumo de energia, em watts, do Dell PowerEdge HS5620 e do Supermicro SYS-621C-TN12 durante o terceiro cenário, em que os servidores executavam uma carga de trabalho de ponto flutuante enquanto a temperatura ambiente subia de 25 °C para 35 °C para simular uma falha no HVAC. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. Origem: Principled Technologies.

Em uma situação em que o sistema HVAC de um data center apresenta baixo desempenho ou falha, um servidor que continue operando pode minimizar a interrupção para usuários e operações essenciais. Essa solução também pode economizar tempo e esforço para os administradores de TI: Se um servidor emitir advertências ou falhar devido ao superaquecimento, um administrador deverá gastar tempo extra verificando-o, possivelmente até mesmo reiniciando-o manualmente. A Tabela 6 mostra um resumo de nossas descobertas nesse cenário de teste.

Tabela 6: Um resumo de nossas descobertas ao longo do terceiro teste de duas horas, em que os servidores executaram uma carga de trabalho de ponto flutuante enquanto a temperatura ambiente subia de 25 °C para 35 °C para simular mau funcionamento do HVAC.

Cenário 3: Mau funcionamento do HVAC		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultado	✓ Sem falha do sistema	✗ Falha do sistema
Falhas de componentes	Nenhum	SSD do SO
Advertências de componentes	Nenhum	2 SSDs, 1 CPU, 1 NIC
Temperatura média da SSD do SO	48,0 °C	82,4 °C
Temperatura média da SSD ociosa	49,2 °C	66,4 °C
Temperaturas médias do processador	60,5 °C 56,6 °C	89,0 °C 80,8 °C

### Sobre o Dell PowerEdge HS5620

De acordo com a Dell, o PowerEdge HS5620 de 2U e dois soquetes foi "criado especificamente para os aplicativos de TI mais populares do provedor de serviços em nuvem".<sup>7</sup> Com até dois processadores escaláveis Intel® Xeon® de 5ª geração, até 16 RDIMMs DDR5 a 5.600 MT/s e uma seleção de placas COME de firmware e SSDs validadas por fornecedores, o PowerEdge HS5620 apresenta "desempenho personalizado, flexibilidade de E/S e gerenciamento de ecossistema aberto".<sup>8</sup> Para obter mais informações, acesse <https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620>.

## Conclusão: Mantenha a resiliência em altas temperaturas com o Dell PowerEdge HS5620 para ajudar a aumentar a eficiência

O aumento da temperatura do data center pode ajudar sua organização a avançar na eficiência no uso de energia e na economia de custos de resfriamento. Com servidores que podem suportar essas temperaturas diárias mais altas, bem como altas temperaturas devido a circunstâncias imprevistas, sua empresa pode continuar a oferecer o desempenho que seus aplicativos e clientes exigem.

Quando executamos uma carga de trabalho intensiva de ponto flutuante em um Dell PowerEdge HS5620 e em um Supermicro SYS-621C-TN12R em três tipos de cenário simulando operações típicas a 25 °C, uma falha no ventilador e um mau funcionamento do HVAC, o servidor Dell não apresentou advertências ou falhas de componentes. Por outro lado, o servidor da Supermicro apresentou advertências em todos os três tipos de cenário e apresentou falhas de componentes nos dois últimos testes, tornando o sistema inutilizável. Quando inspecionamos e analisamos cada sistema, descobrimos que o layout da placa-mãe, os ventiladores e o chassi do servidor Dell PowerEdge HS5620 ofereciam vantagens no design de resfriamento.

Para empresas que visam atingir metas de sustentabilidade executando data centers mais quentes, bem como aquelas preocupadas com o design de resfriamento de servidor, o Dell PowerEdge HS5620 é um forte candidato a enfrentar temperaturas mais altas durante as operações diárias e falhas inesperadas.

- 
1. ENERGY STAR, "5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center", acessado em 8 de abril de 2024, [https://www.energystar.gov/products/data\\_center\\_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center](https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center).
  2. Supermicro, "Supermicro 80 mm Hot-Swappable Middle Fan (FAN-0206L4)", acessado em 9 de abril de 2024, [https://store.supermicro.com/us\\_en/80mm-fan-0206l4.html](https://store.supermicro.com/us_en/80mm-fan-0206l4.html).
  3. Electronics Cooling, "The Hidden Risk of Invisible Airflow Imbalance in an Efficient Contained Data Center", acessado em 4 de abril de 2024, <https://www.electronics-cooling.com/2016/07/the-hidden-risk-of-invisible-airflow-imbalance-in-an-efficient-contained-data-center/>.
  4. ASHRAE TC9.9, "Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices", acessado em 24 de abril de 2024, [https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae\\_tc0909\\_power\\_white\\_paper\\_22\\_june\\_2016\\_revised.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf).
  5. Dell, "Guia técnico do Dell PowerEdge HS5620", acessado em 8 de maio de 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf>.
  6. Supermicro, "CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R", acessado em 26 de abril de 2024, <https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r>.
  7. Dell, "Specification Sheet do PowerEdge HS5620", acessado em 1º de abril de 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf>.
  8. Dell, "Specification Sheet do Dell PowerEdge HS5620".

## Os bastidores do relatório

Nesta seção, listamos os resultados completos e descrevemos as soluções em que fizemos testes e nossas metodologias de teste.

Concluímos os testes práticos em 9 de abril de 2024. Durante os testes, determinamos as configurações apropriadas de hardware e software e aplicamos as atualizações conforme elas foram disponibilizadas. Os resultados neste relatório refletem as configurações que finalizamos em 11 de março de 2024 ou antes. Inevitavelmente, essas configurações podem não representar as versões mais recentes disponíveis quando este relatório for exibido.

## Gráficos

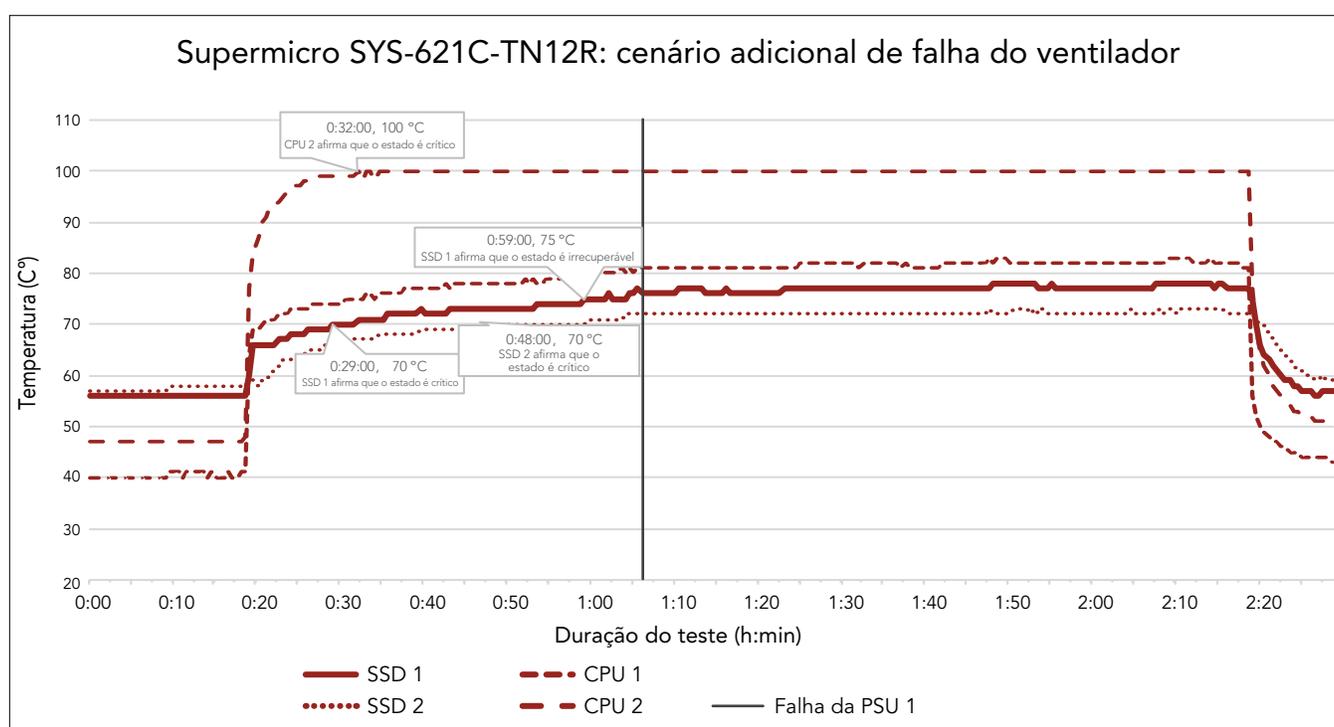


Figura 1: Temperaturas da SSD e do processador no Supermicro® SYS-621C-TN12 durante um cenário adicional de falha do ventilador, em que o servidor executou uma carga de trabalho de ponto flutuante com o ventilador 3 desativado. A carga de trabalho começou à 0h15 e terminou às 2h15. A SSD 1 executava o SO, enquanto a SSD 2 estava ociosa. Origem: Principled Technologies.

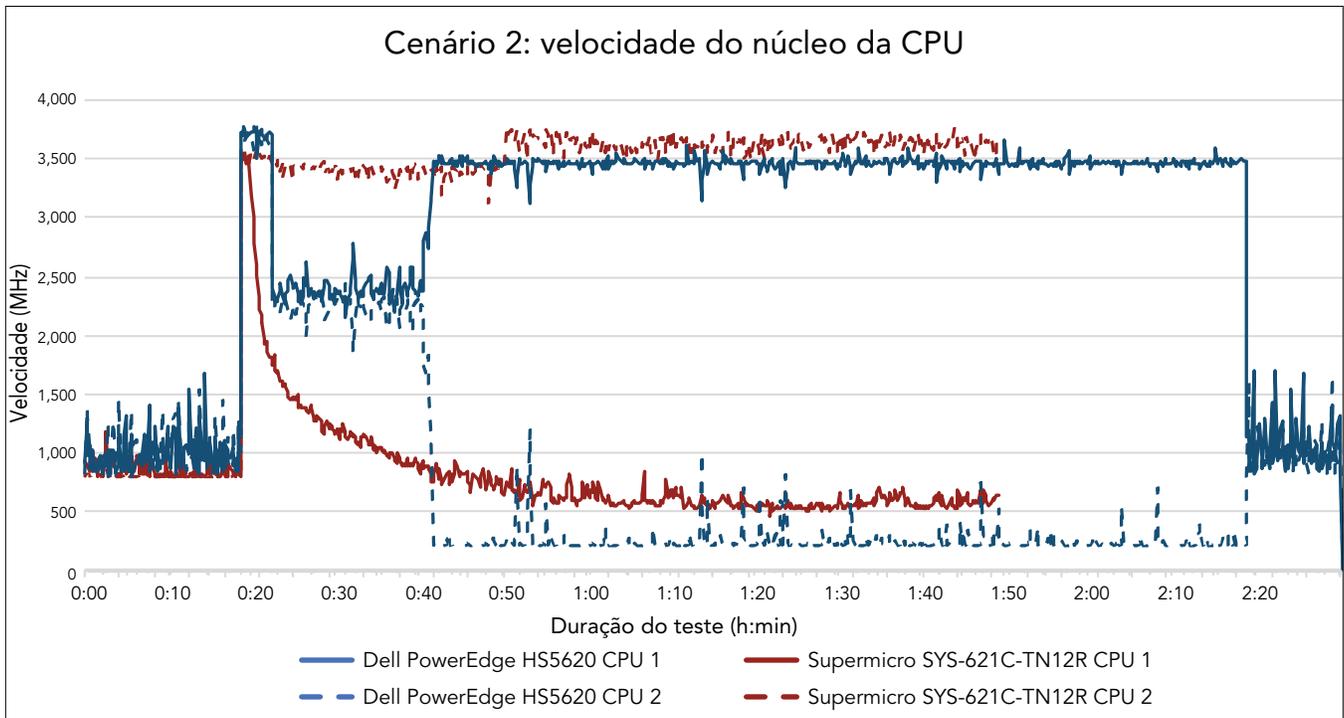


Figura 2: Velocidades do núcleo do processador do Dell™ PowerEdge™ HS5620 e do Supermicro SYS-621C-TN12 durante o primeiro cenário de falha do ventilador. A carga de trabalho de ponto flutuante começou à 0h15 e terminou às 2h15. Origem: Principled Technologies.

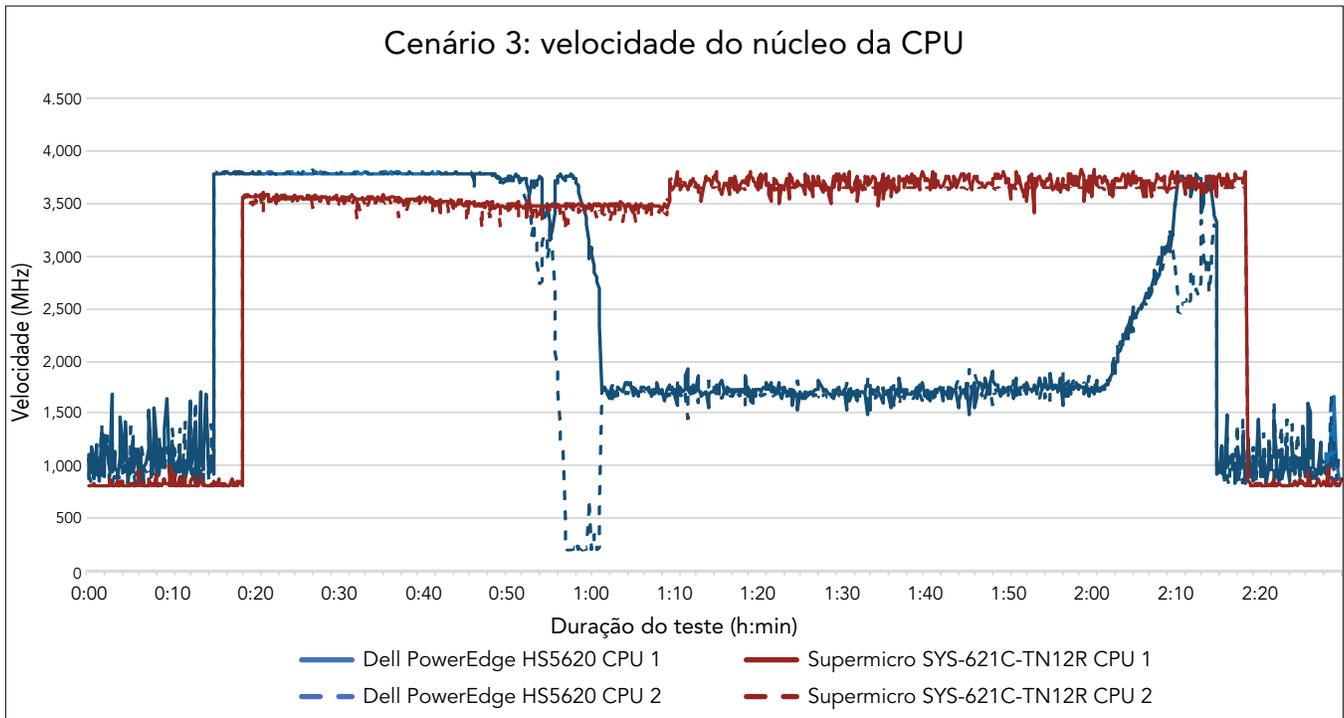


Figura 3: Velocidades de núcleo do processador do Dell PowerEdge HS5620 e do Supermicro SYS-621C-TN12 durante o cenário de HVAC com defeito. A carga de trabalho de ponto flutuante começou à 0h15 e terminou às 2h15. Origem: Principled Technologies.

## Informações sobre a configuração do sistema

Tabela 1: Informações detalhadas sobre os sistemas que testamos.

Informações sobre a configuração do sistema	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Nome e versão do BIOS	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Configurações não padrão do BIOS	Desempenho por Watt (SO)	N/D
Nome e número de versão/build do sistema operacional	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Data das últimas atualizações/patches do SO aplicadas	11/03/2024	28/01/2024
Política de gerenciamento de energia	Desempenho por Watt (SO)	Performance equilibrada
<b>Processador</b>		
Número de processadores	2	2
Fornecedor e modelo	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Quantidade de núcleos (por processador)	16	16
Frequência do núcleo (GHz)	3,60 (4,0 turbo)	3,60 (4,0 turbo)
Nível	8	8
<b>Módulos de memória</b>		
Memória total no sistema (GB)	1.024	1.024
Número de módulos de memória	16	16
Fornecedor e modelo	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Tamanho (Gigabytes)	64	64
Tipo	DIMM DDR5	DDR5
Velocidade (MHz)	4.800	4.800
Velocidade de execução no servidor (MHz)	4.800	4.800
<b>Controlador de armazenamento (armazenamento frontal)</b>		
Fornecedor e modelo	Adaptador do Dell HBA355i	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Tamanho do cache (GB)	0	8
Versão do firmware	24.15.14.00	5.240.02-3768
Versão do driver	N/D	52.24.0-4766
<b>Controlador de armazenamento (NVMe® M.2)</b>		
Fornecedor e modelo	Dell BOSS-N1 monolítico	N/D
Tamanho do cache (GB)	0	N/D
Versão do firmware	2.1.13.2025	N/D
<b>Armazenamento local (OS)</b>		
Número de unidades	2	2
Fornecedor e modelo da unidade	Dell NVMe PE8010 RI M.2 de 960 GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR

Informações sobre a configuração do sistema	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Tamanho da unidade (GB)	960	960
Informações da unidade (velocidade, interface, tipo)	SSD M.2 de 8 GT/s	NVMe M.2 PCIe®
Armazenamento local (dados)		
Número de unidades	12	12
Fornecedor e modelo da unidade	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Tamanho da unidade (GB)	120.000	1.400
Informações da unidade (velocidade, interface, tipo)	Disco rígido SAS de 3,5" e 12 Gbps	Disco rígido SATA de 3,5" e 6 Gb
Adaptador de rede A		
Fornecedor e modelo	4 Intel E810-XXV de 25 G e 2 portas	3 Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Número de portas e tipo	2 de 25 Gb	2 de 25 Gb
Versão do driver	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Adaptador de rede B		
Fornecedor e modelo	1 Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1 Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Número de portas e tipo	2 de 1 Gb	2 de 25 Gb
Versão do driver	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Ventiladores de resfriamento		
Número, fornecedor, modelo	1 Dell HPR Gold 5 Dell HPR Silver	3 ventiladores intermediários Supermicro FAN-0206L4
Fontes de alimentação		
Fornecedor e modelo	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Número de fontes de alimentação	2	2
Potência de cada servidor (W)	1.800	1.200

## Como realizamos os testes

Para criar um ambiente no qual pudéssemos controlar e medir a temperatura, criamos um compartimento personalizado em torno de um rack de servidor 42U totalmente carregado. Testamos os sistemas Dell e Supermicro na mesma posição no rack e coletamos temperaturas internas do servidor durante três tipos de cenário. Executamos a referência de desempenho stress-ng nos servidores no rack em quatro ondas, cada uma com intervalo de 1 minuto e 10 segundos. Os sistemas Dell e Supermicro que testamos lançaram a carga de trabalho na quarta onda, começando 3 minutos e 30 segundos depois que os primeiros servidores começaram a carga de trabalho. Abaixo, descrevemos as etapas que realizamos para configurar e executar os testes.

### Instalação e configuração do Ubuntu 22.04.3

1. Inicialize a partir da mídia do Ubuntu 22.04.3.
2. Selecione Try or Install Ubuntu Server.
3. No menu Language, deixe os valores padrão e selecione Done.
4. Selecione Update para o novo instalador.
5. Em Keyboard Configuration, deixe os valores padrão e selecione Done.
6. Em Installation Type, deixe os valores padrão e clique em Done.
7. No menu Network Connections, deixe os valores padrão e selecione Done.
8. Na tela Configure Proxy, deixe os valores padrão e selecione Done.
9. Na tela Configure Ubuntu archive mirror, aguarde até que o teste seja aprovado e selecione Done.
10. Na tela Guided Storage Configuration, deixe os valores padrão e selecione Done.
11. Na tela Storage Configuration Summary, deixe os valores padrão e selecione Done.
12. Para confirmar a ação destrutiva, selecione Continue.
13. Na tela Profile Setup, em Your Name e Username, digite `ptuser`. Em Your servers name, digite um nome e confirme uma senha.
14. Selecione Done.
15. Na tela Upgrade to Ubuntu Pro, deixe os valores padrão e selecione Continue.
16. Na tela SSH setup, selecione Install OpenSSH server e selecione Done.
17. Na tela Featured server snaps, deixe os valores padrão e selecione Done.
18. Quando a instalação estiver concluída, selecione Reboot now.
19. Faça log-in no Ubuntu usando as credenciais criadas acima.
20. Atualizações do processo:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Instale os utilitários CIFS e mapeie o compartilhamento PT:

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o "rw,user=<useraccount>,pass=<password>"
```

22. Configuração do sistema de rede:

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Identifique o adaptador de rede desejado e faça os seguintes ajustes:

```
addresses:
- <IP_Address>/<CIDR>
routes:
- to: default
  via: <Default_Gateway>
nameservers:
  search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Teste e aplique o arquivo alterado:

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Defina o nome do host:

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Reinicie o host:

```
sudo shutdown -r now
```

## Implementando o sudo sem senha

### Implementando no lado do client

1. Edite o arquivo sudoers:

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Adicione o seguinte ao final do arquivo:

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: ALL
```

### Implementando no lado do controlador

1. Gere o par de chaves SSH:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f "$HOME/.ssh/id_rsa.pub"
```

2. Copie a chave pública SSH para cada servidor remoto:

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

## Implementando a pilha TIG-P para coleta de dados

### Configuração do Docker

1. Faça log-in na máquina de log como ptuser.
2. Prepare-se para a instalação do Docker:

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Adicione o repositório às origens do Apt e instale:

```
echo \
  "deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \
$(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME" stable" | \
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
sudo apt update
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

## Configurando a pilha TIG de Huntabyte

1. Na máquina de log, clone o repositório tig-stack:

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Edite o arquivo .env da sua implementação:

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. No FluxDB, preencha o nome de usuário, a senha, a organização, o bucket e o período de retenção da seguinte forma:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <Senha aqui>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <Nome do bucket>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Gere uma string hexadecimal aleatória de 32 caracteres com o seguinte comando e digite o resultado do token de administrador no arquivo .env:

```
openssl rand -hex 32
```

5. Salve e saia.
6. Edite telegraf.conf:

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Defina os seguintes valores:

```
services:
  influxdb:
    image: influxdb
  telegraf:
    image: gibletron/telegraf-ipmitool
  grafana:
    image: grafana/grafana-oss
    links:
      - prometheus
```

8. Salve e saia.
9. Inicie o compose no Docker (sem periféricos/desconectado):

```
sudo docker-compose up -d
```

10. Em cada servidor que você deseja monitorar, execute o seguinte comando:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Para abrir a interface de gerenciamento do InfluxDB, navegue até o endereço IP do host do InfluxDB com a porta 8086.

12. Crie tokens de API conforme necessário, certificando-se de gravá-los antes de fechar a janela.
13. Em Load Data, clique em API Tokens e clique em Generate API Token.
14. Em cada servidor que você deseja monitorar, edite `/etc/telegraf/telegraf.conf` com o seguinte:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<influxDB_IP>:8086"]
  token = "<API_token>"
  organization = "PT"
  bucket = "<bucket_name>"
```

15. Em cada sistema em teste, adicione o seguinte:

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = ["cpu_frequency"]
```

16. Salve e saia.
17. Reinicie o Telegraf:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

## Configurando o Prometheus

1. Adicione o seguinte a `/home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml`:

```
prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  volumes:
    - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
    - prom-storage:/prometheus
  ports:
    - 9090:9090
  volumes:
    prom-storage:
```

2. Salve e saia.
3. Edite o arquivo `.env` e adicione o seguinte:

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

4. Salve e saia.
5. Em cada servidor que você deseja monitorar, execute o seguinte comando:

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

6. Em cada sistema em teste, execute o seguinte comando:

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Para criar o trabalho de monitoramento no Prometheus, adicione o seguinte ao `/home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml`:

```
- job_name: "<custom_name>"
  static_configs:
    - targets: ["<target_IP:9090>"]
```

8. Adicione trabalhos e/ou destinos adicionais criando entradas adicionais semelhantes à etapa 7. Você pode adicionar outros destinos para o mesmo trabalho que outra linha de destino.
9. Salve e saia.

## Teste com stress-ng

Em cada cenário de teste, seguimos estas etapas para executar a carga de trabalho de ponto flutuante stress-ng.

1. Em cada servidor, execute o seguinte comando:

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. Em cada servidor em teste, execute os seguintes comandos:

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. Em cada servidor em teste, navegue até [https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event\\_download.py](https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py), faça download do arquivo raw e execute-o:

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. No controlador, instale o PSSH:

```
sudo apt install pssh -y
```

5. No controlador, crie arquivos para utilizar durante a execução de stress-ng:

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

6. Edite o arquivo ~/.pssh\_hosts\_file e digite todos os endereços IP do servidor com um em cada linha.
7. Edite os arquivos ~/.pssh\_hosts\_file\_wave1 a ~/.pssh\_hosts\_file\_wave4 e digite adequadamente um quarto dos endereços IP em cada arquivo.
8. Teste se todos os servidores estão on-line e respondendo a comandos remotos:

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. No controlador, crie uma pasta de log para o teste stress-ng:

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Execute um teste com os seguintes comandos, editando "wave1" com o número de onda apropriado.

```
pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6 --tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/$(date +%Y%m%d_%H%M%S').log
```

► Consulte a versão original em inglês do relatório em <https://facts.pt/gPS09my>

Este projeto foi encomendado por Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies é uma marca registrada da Principled Technologies, Inc. Todos os outros nomes de produtos são marcas comerciais de seus respectivos proprietários.

**ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE DE GARANTIAS, LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADE:**

A Principled Technologies, Inc. empreendeu esforços razoáveis para assegurar a precisão e a validade de seus testes; outrossim, a Principled Technologies, Inc. isenta-se especificamente de qualquer garantia, implícita ou expressa, relacionada à análise e ao resultado dos testes, à sua precisão, à sua perfeição ou à sua qualidade, incluindo qualquer garantia implícita de adequação para qualquer propósito específico. Todas as pessoas ou empresas que contam com os resultados de qualquer teste fazem isso sob seu próprio risco e concordam que a Principled Technologies, Inc., seus funcionários e seus funcionários terceirizados não têm qualquer responsabilidade sobre qualquer reclamação de perda ou danos derivados de erros ou defeitos alegados em resultados ou procedimentos de testes.

Em hipótese alguma a Principled Technologies, Inc. será responsável por quaisquer danos indiretos, especiais, incidentais ou consequentes em conexão com seus testes, mesmo que ela tenha sido alertada sobre a possibilidade de tais danos. Em hipótese alguma a responsabilidade da Principled Technologies, Inc., inclusive sobre danos diretos, deverá exceder as quantias pagas com relação aos testes da Principled Technologies, Inc. Os únicos recursos para o cliente são apenas aqueles estabelecidos na presente.