

Impacto da Contenção em Corredores Quentes e Frios sobre a Temperatura e a Eficiência do Data Center

White Paper 135

Revisão 2

Por John Niemann,
Kevin Brown
e Victor Avelar

> Sumário Executivo

Tanto a contenção de ar quente como a de ar frio podem melhorar a previsibilidade e a eficiência dos sistemas de refrigeração do data center tradicional. Embora ambas as abordagens minimizem a mistura de ar quente e frio, existem diferenças práticas na implementação e na operação, com importantes consequências nas condições do ambiente de trabalho, na PUE e nas horas do modo economizador. A escolha da contenção de corredor quente sobre a contenção de corredor frio pode economizar mais de 43% do custo anual de energia do sistema de refrigeração, o que corresponde a uma redução de 15% da PUE por ano. Este trabalho examina as duas metodologias e destaca as razões pelas quais a contenção em corredor quente acaba sendo a prática preferida em novos centros de dados.

Conteúdo

clique em uma seção para ter acesso a ela

| | |
|---|----|
| Introdução | 2 |
| Benefícios da eficiência de contenção | 3 |
| Contenção de corredor frio | 4 |
| Contenção de corredor quente | 4 |
| Efeito de contenção sobre o ambiente de trabalho. | 6 |
| Análise de CACS e HACS. | 7 |
| Consideração sobre extinção de incêndios | 12 |
| Conclusão | 14 |
| Recursos | 15 |
| Apêndice | 16 |

Introdução

Os altos custos e crescentes índices de consumo de energia obrigaram os profissionais do data center a pensar em estratégias de contenção de ar quente e de ar frio. Segundo Bruce Myatt, da EYP Mission Critical, a separação entre o ar quente e o ar frio “é uma das medidas mais promissoras de eficiência energética disponíveis para data centers novos e antigos hoje em dia” (*Mission Critical*, Outono de 2007). Além de eficiência energética, a contenção permite temperaturas uniformes de entrada de TI e elimina os pontos de concentração de calor normalmente encontrados em data centers tradicionais sem contenção.

Embora a contenção de corredor quente seja a solução preferida em todas as novas instalações e em muitas instalações de piso elevado adaptadas, pode ser difícil ou caro implementá-la devido ao pé direito baixo ou à ausência de plenum no teto falso. A contenção de corredor frio, embora não seja ideal, pode ser a opção mais viável nesses casos.

A contenção tanto de corredor quente como de corredor frio proporciona economias significativas de energia em relação às configurações tradicionais sem contenção. Este artigo analisa e quantifica o consumo de energia de ambos os métodos de contenção. Embora as estratégias de contenção de corredor quente e frio proporcionem economia de energia, este trabalho conclui que a contenção de corredor quente pode gerar uma economia de energia de 43% no sistema de resfriamento em relação à contenção de corredor frio, devido principalmente ao aumento do número de horas do modo de economia. O artigo também conclui que a contenção de corredor quente deve sempre ser usada em novos data centers.

Benefícios da eficiência de contenção

> O que permite mais horas de economizador?

A função básica de um resfriador é retirar a energia térmica de um data center através da compressão e expansão de um refrigerante para manter a água gelada a uma temperatura de abastecimento definida, normalmente 45 °F / 7 °C. Quando a temperatura exterior for aproximadamente 19 °F/11 °C mais fria que a temperatura da água gelada, o resfriador pode ser desligado. Agora, a torre de resfriamento ignora o resfriador e retira o calor diretamente do data center.

O aumento da temperatura de abastecimento de água gelada aumenta o número de horas que o resfriador pode ser desligado (horas no modo economizador). Por exemplo, pode haver 1.000 horas por ano quando a temperatura exterior for pelo menos 19 °F/11 °C inferior à temperatura da água gelada de do 45 °F/7 °C. Mas se a temperatura da água gelada aumentar para 55 °F/13 °C, as horas do modo economizador aumentam para 3.700.

A contenção do ar quente ou do ar frio em um data center resulta nos seguintes benefícios de eficiência: É importante notar que uma disposição de fileiras de corredor quente/corredor frio¹ é obrigatória para qualquer um dos tipos de contenção de corredor.

- **Os sistemas de refrigeração podem começar uma temperatura de entrada mais alta (economizando energia e aumentando a capacidade de refrigeração) e ainda assim abastecer a carga com temperaturas de operação seguras.** A temperatura dos sistemas de refrigeração de perímetro sem contenção começa em temperaturas muito mais baixas (ou seja, aproximadamente 55°F/13°C) do que o necessário para equipamentos de TI, para evitar pontos de concentração de calor. Os pontos de concentração de calor ocorrem quando o calor é tomado pelo ar frio quando sai da unidade de refrigeração para frente dos racks. A contenção permite maiores temperaturas de entrada de ar frio e o ar de retorno mais quente possível de volta para a unidade de refrigeração. A temperatura mais alta no retorno para a unidade de refrigeração traz como benefícios uma melhor troca de calor na serpentina de refrigeração, mais capacidade de refrigeração e melhor eficiência de modo geral. Este efeito é válido para praticamente todos os equipamentos de condicionamento de ar. Pode haver limites em alguns equipamentos em relação à temperatura máxima de retorno com que ele pode lidar, mas, em geral, todos os sistemas de refrigeração geram capacidades maiores se o ar de retorno for mais quente.
- **Eliminação de pontos de concentração de calor.** A contenção permite que o ar de entrada na unidade de refrigeração alcance a parte da frente dos equipamentos de TI sem se misturar com o ar quente. Isso significa que a temperatura do ar que entra na unidade de refrigeração é igual à temperatura do ar que entra nos equipamentos de TI – isto é, uniformidade na temperatura do ar de entrada nos equipamentos de TI. Quando não ocorre a mistura, a temperatura do ar de entrada pode ser aumentada sem risco de haver pontos de concentração de calor e, ao mesmo tempo, é possível ganhar horas de modo economizador.
- **O número de horas do modo economizador aumenta.** Quando a temperatura externa é inferior à temperatura interna, os compressores do sistema de refrigeração não precisam trabalhar para expulsar o calor para fora². Elevar o ponto de temperatura inicial nos sistemas de refrigeração resulta em um número maior de horas em que os compressores do sistema de refrigeração podem permanecer desligados e economizar energia³.
- **Os custos de umidificação/desumidificação são reduzidos.** Ao eliminar a mistura de ar frio e quente, a temperatura do ar que entra no sistema de refrigeração pode ser elevada, permitindo que o sistema de refrigeração opere acima do ponto de orvalho. Quando a temperatura do ar fornecido é superior à temperatura de condensação, não se remove umidade do ar. Quando não há remoção de umidade, não é necessário acrescentar umidade, desta forma, tanto energia como água são economizadas.
- **Melhor utilização geral da infraestrutura física, que permite o dimensionamento correto - que, por sua vez, faz com que o equipamento funcione com maior eficiência.** Equipamentos maiores superdimensionados sofrem maiores perdas fixas⁴ do que os equipamentos dimensionados corretamente. No entanto, o superdimensionamento é necessário para o resfriamento tradicional porque é necessária potência extra do ventilador para vencer os obstáculos abaixo do piso e pressurizar o plenum do piso elevado.

¹ Um layout de rack no qual a fileira de racks está posicionada frente a frente à fileira de racks adjacente. Esse layout forma corredores alternos de ar quente e ar frio.

² A diferença entre as temperaturas externa e interna deve ser suficiente para dar conta de falhas nos conversores de calor, isolamento imperfeito e outras perdas.

³ Os pontos iniciais podem depender dos sistemas de refrigeração de todo o edifício compartilhado pelo data center.

⁴ Perda fixa – também chamada de sem-carga, fixa, desvio ou perda de tara - é uma perda constante que é independente da carga. Um ventilador de ar condicionado a uma velocidade constante é um exemplo de uma perda fixa porque ele funciona na mesma velocidade o tempo todo, independente da carga.

Contenção de corredor frio

Um sistema de contenção de corredor frio (CACs) encerra o corredor frio, permitindo que o restante do data center se torne um grande plenum de retorno de ar quente. Com a contenção do corredor frio, as correntes de ar quente e frio ficam separadas. Perceba que esse método de contenção exige que as fileiras de racks sejam dispostas em um arranjo uniforme de corredor quente/corredor frio.

A **Figura 1** mostra o princípio básico da contenção de ar frio em um data center com unidades de refrigeração de perímetro e um piso elevado. Neste tipo de data center, o CACS é instalado através do encerramento das partes superiores e das extremidades dos corredores frios, fazendo com que ele seja uma adaptação prática para muitos data centers existentes. Para obter mais orientações sobre este tópico, consulte o White Paper 153, *Implementação da Contenção de Ar Quente e Frio em Data Centers Existentes*.

Algumas soluções "caseiras" estão sendo implantadas, nas quais os operadores de data centers usam vários tipos de materiais de cortinas plásticas suspensas do teto para encerrar o corredor frio (**Figura 2**). Alguns fornecedores oferecem painéis de teto e portas de extremidade que vão até os racks adjacentes para ajudar a separar os corredores frios do ar quente que circula na sala.


 Link para a fonte
White Paper 153
Implementação da contenção de ar quente e frio nos Data Centers existentes.

Figura 1

Sistema de contenção de corredor frio (CACs) instalado com uma abordagem de refrigeração com base em sala.

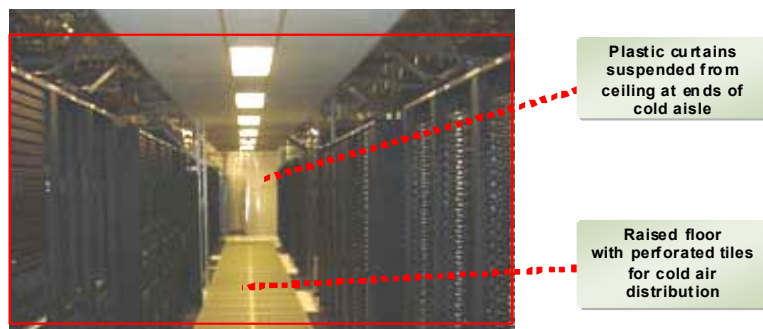
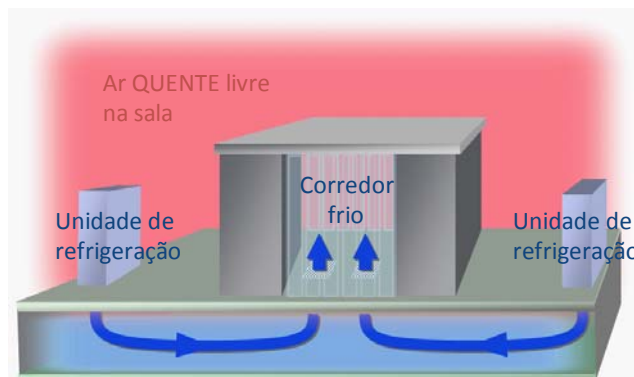


Figura 2

Exemplo de um sistema "caseiro" de contenção de corredor frio.



Contenção de corredor quente

Um sistema de contenção de corredor quente (HACS) encerra o corredor quente para coletar o ar quente emitido pelos equipamentos de TI, permitindo que o resto da sala se torne um grande plenum de abastecimento de ar frio. Com a contenção do corredor quente as correntes de ar quente e frio ficam separadas. Perceba que esse método de contenção exige que as fileiras de racks sejam dispostas em um arranjo uniforme de corredor quente/corredor frio. A **Figura 3** mostra o princípio básico do HACS. Um exemplo de HACS que usa unidades de refrigeração por fileira, operando como uma zona independente, é mostrado na **Figura 4**.

O HACS também pode ser conduzido a um manipulador de ar de sala de computadores (CRAH) ou uma unidade remota de condicionamento de ar de grande porte, usando uma chaminé grande localizada ao longo de todo o corredor quente (**Figura 5**). Uma grande vantagem desta opção de HACS é a possibilidade de usar os modos economizadores disponíveis. Esse tipo de projeto de HACS é o preferido em data centers dedicados de grande porte, devido aos ganhos de eficiência através dos modos economizadores de ar. Tal sistema pode exigir grandes difusores de ar fabricados e/ou de um edifício dedicado para lidar de maneira eficiente com o grande volume de ar. Por isso, essa variação do HACS é mais adequada para novos projetos ou data centers muito grandes. Observe que as opções de HACS mencionadas aqui também são possíveis com o CACS. No entanto, este trabalho mostrará que a economia de energia com o HACS é significativamente maior.

Figura 3

Sistema de contenção de corredor quente (HACS) instalado com refrigeração por fileira

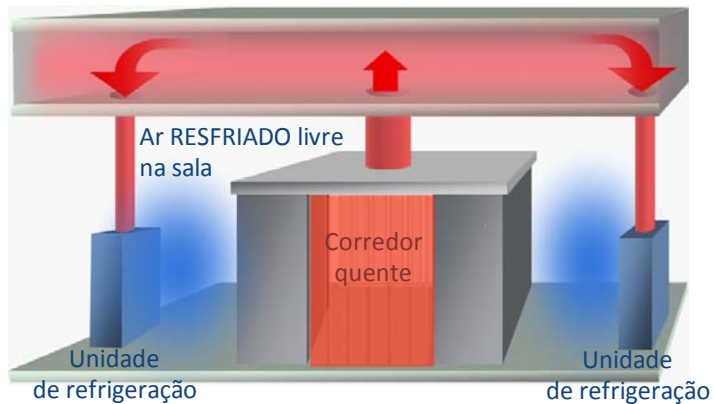


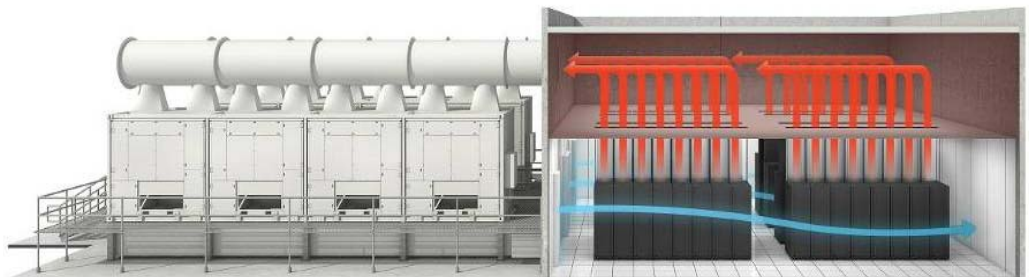
Figura 4

Exemplo de um sistema de contenção de corredor quente (HACS) funcionando como uma zona independente.



Figura 5

Sistema de contenção de corredor quente (HACS) conduzido para um condicionador de ar remoto.



Efeito de contenção sobre o ambiente de trabalho

Independentemente do tipo de sistema de contenção, as pessoas ainda precisam trabalhar dentro de um data center. Essa área sem contenção deve ser mantida a uma temperatura razoável, de modo a não infringir os regulamentos da OSHA ou as diretrizes da ISO 7243 por ultrapassar o índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG)⁵. **Observe a seguinte diferença na área sem contenção:**

- Com a contenção de corredor frio, a área sem contenção assume a mesma temperatura do corredor quente – como mostra o sombreado vermelho na **Figura 6**.
- Com a contenção de corredor quente a área sem contenção assume a mesma temperatura do corredor frio – como mostra o sombreado azul na **Figura 6**.

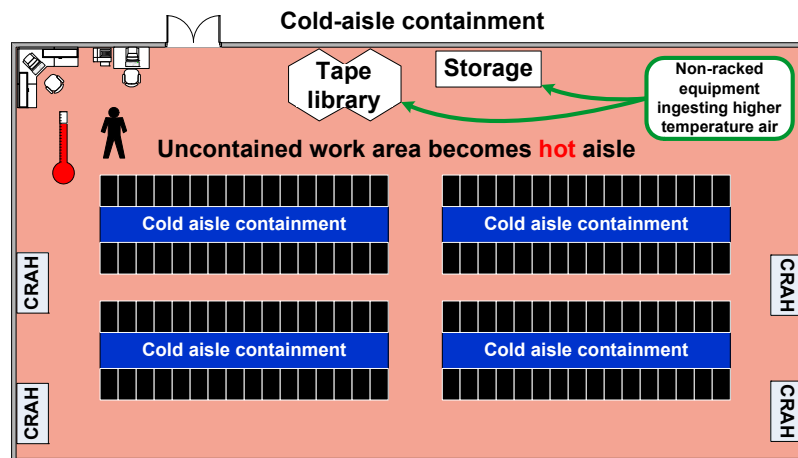
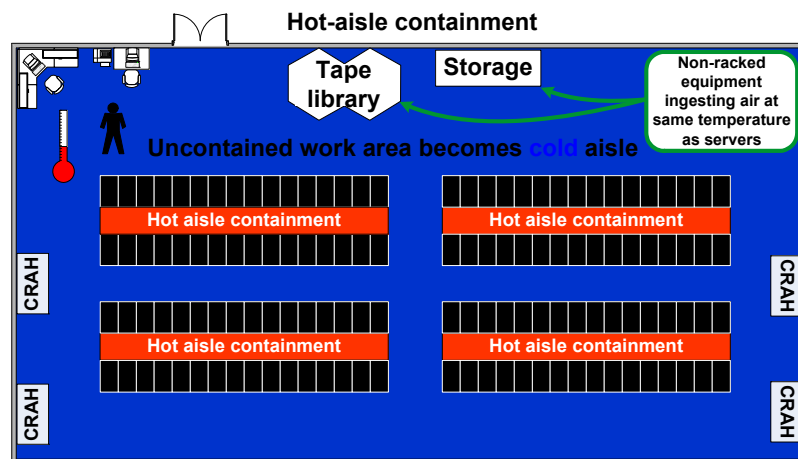


Figura 6

Ambientes de trabalho sem contenção com contenção de corredor frio e de corredor quente.



Com o CACS, as altas temperaturas no corredor quente fazem com que a área sem contenção atinja as mesmas temperaturas, o que pode ser problemático para o pessoal de TI que fica permanentemente em uma mesa no data center. Com o HACS, as altas temperaturas no corredor quente ficam confinadas no corredor quente e, portanto, não afetam o pessoal de TI que fica permanentemente na área sem contenção.

⁵ Manual Técnico da OSHA (Administração de Segurança e Saúde Ocupacional), Seção III, Capítulo 4 ISO (Organização Internacional de Normas) 7243, "Ambientes quentes – Estimativa do estresse térmico sobre o trabalhador com base no índice IBUTG"



Link para a fonte
White Paper 123

Impacto sobre os Corredores Quentes de Alta Densidade sobre as Condições de Trabalho do Pessoal de TI.

> WBGT

O IBUTG (índice de bulbo úmido termômetro de globo) é um índice que mede o estresse por calor em ambientes de trabalho humanos.

$$\text{WBGT} = 0,7 \cdot \text{NWB} + 0,3 \cdot \text{GT}$$

NWB é a temperatura natural no bulbo úmido, e GT é a temperatura do globo.

A NWB é medida colocando-se uma mecha embebida em água sobre o bulbo de um termômetro de mercúrio. A evaporação reduz a temperatura em relação à temperatura do bulbo seco, e representa diretamente a facilidade com que um trabalhador pode dissipar o calor pela transpiração. Para um data center, a temperatura do bulbo seco pode ser usada no lugar da GT sem comprometer a precisão. "Bulbo seco" refere-se à temperatura medida com um termômetro analógico ou digital típico.

WBGT Máxima pela OSHA:

Trabalho contínuo: **86°F/30°C**
25% de trabalho 75% de descanso: **90°F/32°C**

Observe que, se o pessoal de TI precisar trabalhar no corredor quente de um HACS, as altas temperaturas no corredor quente são atenuadas pela abertura temporária do corredor para deixar entrar o ar mais frio. Além disso, mesmo que o corredor quente permaneça fechado, as regulamentações sobre o ambiente de trabalho continuam sendo observadas por duas razões: 1) os trabalhadores não ficam parados constantemente no ambiente quente (ou seja, no corredor quente), como ocorre no caso do CACS, e 2) a maior parte do trabalho de rotina ocorre *na frente* dos racks de TI. Portanto, em virtude do motivo nº. 1, a OSHA permite um regime de trabalho/descanso de 25% trabalho / 75% descanso no corredor quente do HACS, o que permite o WBGT máximo ⁶ de 90°F/32,2°C. Isso significa que a temperatura do corredor quente do HACS pode chegar a uma máxima de 117°F/47°C. **A temperatura mais elevada do corredor quente permitida com o HACS é a diferença fundamental entre o HACS e o CACS, pois permite que as unidades de CRAH operem de forma mais eficiente.**

Para saber mais sobre condições ambientais de trabalho, consulte o White Paper 123, *Impacto sobre os Corredores Quentes de Alta Densidade sobre as Condições de Trabalho do Pessoal de TI.*

Além do conforto humano, o funcionamento confiável dos equipamentos de TI também é importante. A versão 2011 da Norma TC9.9 da ASHRAE recomenda temperaturas na entrada do servidor na faixa 64,4-80,6 °F/18-27 °C. Com o CACS, a temperatura na área sem contenção pode chegar a bem mais de 80 °F/27 °C e, em casos de equipamentos de IT de alta densidade, mais de 100 °F/38 °C. Portanto, qualquer pessoa que entre no data center normalmente se surpreende com condições de tanto calor, e andar pelo data center se tornar impraticável. Com o CACS, as expectativas das pessoas precisam ser ajustadas para que elas compreendam que as temperaturas mais altas são "normais", não um sinal de avaria iminente do sistema. Essa mudança cultural pode ser difícil para os trabalhadores que não estão acostumados a entrar em um data center que funciona em temperaturas mais altas.

Além disso, quando se opera um data center em temperaturas elevadas, devem ser tomadas medidas especiais para os equipamentos de TI que não estejam em racks, tais como fitotecas e mainframes. Com o CACS, esses dispositivos precisarão ter dutos personalizados para que eles possam puxar o ar frio dos corredores frios contidos. **Adicionar placas perfuradas no corredor quente ajudará a arrefecer os equipamentos, mas anulará a finalidade de contenção.** Além disso, tomadas elétricas, iluminação, equipamentos de extinção de incêndios e outros sistemas na sala precisarão ser avaliados em termos de adequação das operações sob temperaturas elevadas.

Análise de CACS e HACS.

Uma análise teórica foi realizada para comparar o CACS e o HACS sem nenhuma fuga de ar quente ou frio, de modo a representar o melhor desempenho possível de cada um. As fugas em pisos elevados ficam normalmente entre 25% e 50%, enquanto as fugas de um sistema de contenção ficam normalmente entre 3% e 10%. Os pressupostos utilizados nessa análise estão incluídos no **Apêndice**. O número de horas do modo economizador e a PUE resultante foram calculados para cada situação, usando um modelo de horas de economizador e um modelo de PUE de data center. Um data center tradicional sem contenção com um modo economizador também foi analisado e serve como parâmetro de comparação do impacto entre CACS e HACS. Os data centers com CACS e com HACS foram analisados usando dois cenários de temperatura:

⁶ O índice de bulbo úmido-termômetro de globo (IBUTG) é uma medida do estresse térmico e depende muito da umidade relativa do ambiente de trabalho. A temperatura máxima do corredor quente, 117 °F/47 °C, pressupõe uma umidade relativa de 45% no de corredor frio.

1. Temperatura do ar de entrada de IT mantida constante a 27 °C/80,6 °F – a temperatura máxima do ar de entrada recomendada pela ASHARE.
 - a. Significado para o CACS – nenhum limite de temperatura na área sem contenção (ou seja, corredor quente) que afete o conforto humano e os equipamentos de TI fora dos racks.
 - b. Significado para o HACS – a temperatura na área sem contenção (ou seja, corredor frio) é limitada à mesma temperatura que o ar de entrada
2. A temperatura na área sem contenção é mantida constante a 24 °C/75 °F – uma temperatura padrão de projeto interior⁷ para o conforto humano
 - a. Significado para o CACS – a temperatura do ar de entrada de TI diminui significativamente para manter a temperatura na área sem contenção (ou seja, no corredor quente).
 - b. Significado para o HACS – A temperatura de entrada de ar de TI é limitada àquela da área sem contenção (ou seja, corredor frio).

A **Tabela 1** resume os resultados da análise, usando os parâmetros a seguir:

- Temperatura de bulbo seco do ar de entrada de TI.
- Área sem contenção – temperatura de bulbo seco (BS) e índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG).
- Horas de modo economizador – o número de horas em que o resfriador ficou desligado durante o ano.
- Metros cúbicos por segundo (m³/s) ou pés cúbicos por minuto (CFM) – o fluxo de ar total fornecido pelas unidades de CRAH, como porcentagem do fluxo de ar total dos equipamentos de TI
- PUE – a medida padrão de eficiência para o setor de data centers.

A primeira linha da tabela apresenta valores de referência para um data center sem contenção, para fins de comparação.

⁷ Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Climatização, Manual de Fundamentos da ASHRAE de 2001, p. 28.5

Tabela 1

Impacto do controle da temperatura da área sem contenção para um CACS e um HACS.

| Tipo de contenção | Ar de entrada de TI | Área não contida BS IBUTG | | Horas de econ | m ³ /s CFM ⁸ | PUE | Comentários |
|---|---------------------|---------------------------|--------------|---------------|------------------------------------|------|---|
| Tradicional sem contenção | 13-27°C 56-81°F | 24°C 75°F | 17°C 63°F | 2,814 | 149% | 1.82 | Parâmetro com 49% de fuga de ar frio e 20% de fuga de ar quente ⁹ |
| Cenário 1: Temperatura do ar de entrada de TI mantida em nível constante a 27°C/80,6°F | | | | | | | |
| CACS Temp. máxima do ar de entrada de TI cf. ASHRAE e sem limite de temperatura para a área sem contenção | 27°C 81°F | 41°C 106°F | 27°C 81°F | 6,218 | 100% | 1.65 | IBUTG apenas 3°C/5°F abaixo do máximo permitido na regulamentação da OSHA. Inclui uma redução de 37% no consumo de energia do resfriador. Isso se deve ao aumento da temperatura de abastecimento da TI, que permite aumentar a temperatura de abastecimento do CW. |
| HACS Temp. máxima do ar de entrada de TI cf. ASHRAE e sem limite de temperatura para a área sem contenção | 27°C 81°F | 27°C 81°F | 21°C 69°F | 6,218 | 100% | 1.65 | IBUTG 8°C/14°F abaixo do máximo permitido na regulamentação da OSHA. Inclui uma redução de 37% no consumo de energia do resfriador, com aumento da temperatura de abastecimento do CW. * Observe que a temperatura do corredor quente é de 41°C/106°F. |
| Cenário 2: A temperatura na área sem contenção é mantida constante a 24 °C/75 °F. | | | | | | | |
| CACS 24°C /75°F: temp. máx. na área sem contenção | 10°C 50°F | 24°C 75°F | 15°C 59°F | 0 | 100% | 1.98 | Ambiente de trabalho aceitável, mas com pior eficiência do que a do data center típico, e infringe a temperatura mínima do ar de entrada da TI cf. a ASHRAE, que é de 18 °C/64,4 °F. Inclui um aumento de 15% no consumo de energia do resfriador. Isso se deve à diminuição da temperatura de abastecimento da TI, que causa a diminuição da temperatura de abastecimento do CW. |
| HACS 24°C /75°F: temp. máx. na área sem contenção | 24°C 75°F | 24°C 75°F | 18°C 65°F | 5,319 | 100% | 1.69 | A eficiência mais elevada, cumprindo as normas da OSHA e da ASHRAE. Inclui uma redução de 28% no consumo de energia do resfriador, com aumento da temperatura de abastecimento do CW. * Observe que a temperatura do corredor quente é de 38°C/100°F. |

Resultados do Cenário 1

Neste cenário, o CACS e o HACS fornecem 6.218 horas de modo economizador e uma PUE de 1,65. Isto ilustra o ponto em que a eficiência do CACS e do HACS se equivalem quando a segurança humana e dos equipamentos de TI fora de rack é ignorada. No entanto, com o CACS, a temperatura da área sem contenção é de 41 °C/106 °F a 20% de humidade relativa, que é equivalente a um IBUTG de 27 °C/81 °F - próximo do limite máximo de IBUTG previsto pela OSHA, que é de 30 °C/86 °F. Esse é um ambiente de trabalho irreal para o pessoal de TI e para os equipamentos de TI fora de racks. Na realidade, uma temperatura tão elevada obriga a introdução de uma fuga de ar frio para a área sem contenção. O efeito da fuga é discutido mais adiante na subsecção “Efeito da fuga de ar sobre a análise teórica”.

⁸ Fluxo de ar total (indicado como uma % da do fluxo de ar de TI).

⁹ A fuga de ar quente ocorre quando o ar de escape quente que sai dos servidores se mistura com o ar de abastecimento do piso elevado, que aumenta a temperatura de entrada no servidor. A fuga de ar frio ocorre quando o ar frio saído das lacunas/vazios no piso elevado se mistura com o ar de retorno, baixando a temperatura de retorno e diminuindo a eficiência da unidade de refrigeração.

Resultados do Cenário 2

Neste cenário, manter a temperatura da área sem contenção a 24 °C/75 °F limita o CACS a zero horas anuais no modo economizador e gera uma PUE 20% pior em relação ao Cenário 1. A temperatura do ar de entrada de TI resultante é de 10 °C/50 °F. A eficiência do HACS cai para 5.319 horas anuais no modo economizador e uma PUE de 1,69. O CACS e o HACS no Cenário 2 permitem uma temperatura aceitável do ambiente de trabalho e um nível aceitável de temperatura do ar de entrada de TI. **Na comparação entre esses dois casos, o caso do HACS oferece 5.319 horas a mais no modo economizador e uma melhora de 15% na PUE.**

A **Tabela 2** detalha e quantifica o consumo de energia entre o CACS e o HACS no Cenário 2. Os custos de energia são discriminados por TI, alimentação, refrigeração e consumo total de energia no data center.

- A energia de TI inclui todos os equipamentos de TI, que, nesta análise, é mantida em nível constante a 700kw.
- A “energia de potência” inclui as perdas causadas pelo redutor, gerador, no-break, dispositivos auxiliares principais e críticos, iluminação e distribuição crítica de energia.
- A “energia de refrigeração” inclui as perdas geradas pelo resfriador, pela torre de resfriamento, pelas bombas de água gelada, pelas bombas de água de condensação, e pelas unidades perimetrais de CRAH.
- A energia total é a soma da energia de TI, alimentação e refrigeração, e está diretamente relacionada à PUE.

Tabela 2

Detalhamento de custos entre o CACS e o HACS com uma temperatura máxima de 24 °C/75 °F na área sem contenção.

| | Energia de TI | Energia de alimentação | Energia de refrigeração | Energia total | PUE |
|-------------------|---------------|------------------------|-------------------------|---------------|------|
| CACS | \$735,840 | \$213,846 | \$509,354 | \$1,459,040 | 1.98 |
| HACS | \$735,840 | \$211,867 | \$292,503 | \$1,240,209 | 1.69 |
| Economia % | 0% | 1% | 43% | 15% | 15% |

Em um data center típico, com 50% de carga, a energia de TI responde pela maior parte do custo da energia, seguido pelo custo de energia do sistema de arrefecimento. **Em comparação com o CACS, à mesma temperatura de 75 °F/24 °C da área sem contenção, o HACS consome 43% menos energia do sistema de refrigeração.** A maioria dessas economias é atribuída às horas no modo economizador quando o resfriador está desligado, como mostra a **Figura 7**. Nessa temperatura de ambiente de trabalho, o CACS não é capaz de aproveitar nenhuma hora do modo economizador devido à baixa temperatura do abastecimento de água gelada. A pequena diferença na energia do sistema de alimentação se deve a um aumento das perdas em todo o redutor, que é causado pelas horas adicionais de operação do resfriador, no caso do CACS.

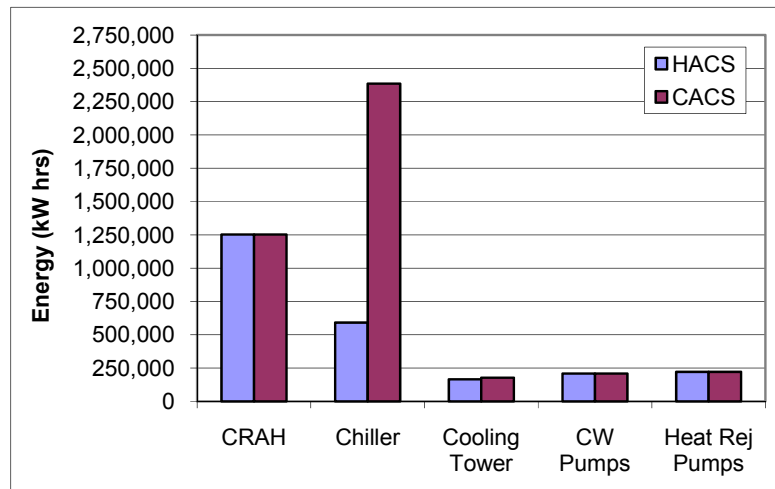
Em comparação com o caso do parâmetro tradicional sem contenção, o CACS consome 30% mais energia de refrigeração e 9% mais energia total do data center. Em comparação com o caso do parâmetro tradicional sem contenção, o HACS consome 25% menos energia de refrigeração e 7% menos energia total do data center.

A partir desta análise, fica claro que, sob restrições práticas de temperatura de ambiente de trabalho e sob climas temperados, a contenção de corredor quente

proporciona consideravelmente mais horas do modo economizador e uma PUE mais baixa em comparação com a contenção de corredor frio. Isso vale independentemente do tipo de unidade de refrigeração ou do método de rejeição de calor usado (ou seja, perímetro x fileira, água gelada x expansão direta).

Figura 7

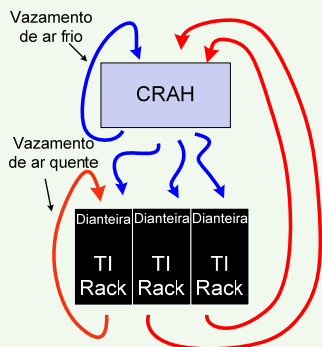
Subdivisão do consumo anual de energia do sistema de refrigeração.



> V fuga de ar quente e ar frio

A maior parte do ar quente expulso pelos equipamentos de TI volta para o CRAH, onde é resfriado. A fuga de ar quente ocorre quando o ar de escape de TI faz o caminho de volta para as entradas dos equipamentos de TI e se mistura com o ar frio de entrada.

A fuga de ar frio ocorre quando o suprimento de ar frio do CRAH se mistura com o ar quente de retorno do CRAH sem nunca sequer chegar às entradas dos equipamentos de TI.



Efeito da fuga de ar sobre a análise teórica.

A análise acima considerou que o CACS e o HACS estão completamente vedados, de modo que não existam fugas entre as correntes de ar quente e fria. Essa hipótese improvável nos permite calcular a eficiência máxima das unidades CRAH e permite uma comparação justa entre o CACS e o HACS. Na realidade, sempre há fugas de ar frio com o CACS ou o HACS, que exigem que o fluxo de ar do ventilador do CRAH seja maior que o fluxo de ar do equipamento de TI - isso vale mesmo que as unidades CRAH tenham ventiladores de velocidade variável. O equilíbrio do fluxo de ar deve ser igual ao fluxo de ar do equipamento de TI mais a porcentagem de fuga de ar do sistema de contenção, por exemplo, um piso elevado. Por exemplo, se as unidades CRAH fornecem 47 m³/s (100.000 CFM) de ar e o equipamento de TI consome 38 m³/s (80.000 CFM) de ar, os 9 m³/s (20.000 CFM) restantes devem voltar para as unidades CRAH.

O ar que não foi usado para resfriar os equipamentos de TI representa energia desperdiçada. Essa energia desperdiçada tem duas formas: 1) A energia do ventilador usado para mover o ar e 2) a energia de bomba utilizada para fazer a água gelada atravessar a bobina da CRAH. Além disso, misturar ar quente e frio diminui a capacidade da unidade CRAH. À medida que ocorre mais mistura, mais unidades CRAH são necessárias para retirar a mesma quantidade de calor, mantendo a temperatura apropriada do ar de entrada de TI.

Para compreender o efeito de uma fuga de ar, a análise acima foi repetida utilizando várias porcentagens de fugas de ar. Como é necessária mais energia do ventilador para as unidades CRAH extras, o aumento da energia para o CACS foi maior do que para o HACS. Isso ocorre porque mais ar frio se mistura no corredor quente quando o CACS é usado do que quando o HACS é usado. O corredor quente no HACS só é afetado pela fuga causada por cortes de cabos em cada rack; por outro lado, o corredor quente no CACS é afetado por cortes de cabos no rack, recortes ao redor do perímetro do data center e recortes sob PDUs. Isso equivale a aproximadamente 50% mais fuga de ar frio do que quando o HACS é utilizado. A energia de resfriamento para a economia do HACS em relação ao CACS se manteve praticamente idêntica (economia de 43% no do sistema de resfriamento, e 15% de economia total de energia).

Link para a fonte
White Paper 153

Implementação da contenção de ar quente e frio nos Data Centers existentes.

Resumo da comparação entre CACS e HACS.

A **Tabela 4** resume o CACS e o HACS com base nas características discutidas neste artigo. As células sombreadas de verde indicam a melhor escolha para essa característica específica.

Tabela 3

Resumo da contenção de corredor frio x contenção de corredor quente

| Característica | CACS | HACS | Comentário |
|---|------|------|---|
| Capacidade de ajustar a temperatura do ambiente de trabalho a 75 °F/24 °C (temperatura projetada interna padrão). | Não | Sim | Com o HACS, os pontos de ajuste de resfriamento podem ser elevados, sem deixar de manter a temperatura ambiente de trabalho em 75 °F/24 °C e aproveitando as horas do modo economizador. Aumentar os pontos de ajuste de refrigeração do CACS gera temperaturas desconfortavelmente elevadas no data center. Isso provoca uma sensação negativa quando alguém entra em um data center quente. |
| Aproveita as horas potenciais do modo economizador. | Não | Sim | O número de horas do modo economizador com o CACS é limitado pela temperatura máxima do ambiente de trabalho no corredor quente (o ambiente de trabalho) e pelas limitações de temperatura dos equipamentos de TI que não estão em racks. |
| Temperatura aceitável para equipamentos fora de racks. | Não | Sim | Com o CACS, como os corredores frios são contidos, o restante do data center pode ficar quente. Seria necessário avaliar o funcionamento dos equipamentos de TI de perímetro (por exemplo, fitotecas) fora das zonas contidas sob temperaturas elevadas. O risco de superaquecimento dos equipamentos de TI de perímetro aumenta com a diminuição da fuga de ar frio. |
| Facilidade de instalação com refrigeração da sala | Sim | Não | O CACS é preferível para casos de adaptação de um data center com piso elevado e refrigeração em nível de sala com retorno inundado (o ar quente de retorno é puxado da sala). Um HACS sem refrigeração por fileira ou teto falso exigiria uma canalização de retorno especial. Para obter mais orientações sobre este tópico, consulte o White Paper 153, <i>Implementação da Contenção de Ar Quente e Frio em Data Centers Existentes</i> . |
| Novos projetos de data center | Não | Sim | O custo de construir um novo data center com CACS ou HACS é praticamente idêntico. Especificar o HACS para um novo data center aumenta a eficiência geral, o ambiente de trabalho e o custo operacional total. |

Consideração sobre extinção de incêndios

Dependendo da localização do data center, a detecção e/ou extinção de incêndios pode ser obrigatória no interior da área delimitada do HACS ou CACS. O mecanismo principal de extinção consiste, normalmente, em aspersores ativados pelo calor. Normalmente, agentes gasosos são um sistema secundário que pode ser acionado por detectores de fumaça. A norma NFPA 75 da Associação Nacional de Proteção contra Incêndios dos EUA não declara uma opinião de preferência pelo uso aspersores ou agentes gasosos em um HACS ou CACS. No entanto, a NFPA 75 documenta as duas exigências seguintes que podem ser aplicadas ao HACS e ao CACS.

- “Unidades de sistema automatizado de armazenamento de informações (AISS) que contenham meios combustíveis com capacidade de armazenamento total superior a 0,76m³ devem ser protegidas dentro de cada unidade por um sistema de aspersão automático ou um sistema extintor por agente gasoso com descarga estendida.” Isso é importante porque define um precedente para a detecção e extinção de incêndios no espaço fechado de um data center.

- “Sistemas automáticos de aspersão que protegem salas ou áreas de ITE devem ser mantido de acordo com a Norma NFPA 25, Norma de Inspeção, Teste e Manutenção de Sistemas à Base de Água para Proteção contra Incêndios”.

Na prática, o HACS e o CACS foram instalados com sucesso e aprovados em vários locais com aspersores e agentes gasosos de extinção. A Nota de Aplicação 159 da APC apresenta mais detalhes sobre as dificuldades e as práticas comuns de implementação de sistemas de extinção de incêndios em ambientes contidos de corredor quente. É necessário entrar em contato com o AHJ para obter as exigências específicas para um determinado local.

Perceba que qualquer plenum (ou seja, piso elevado ou teto falso) deve ter especificação para distribuição de ar.

Conclusão

Evitar a mistura de ar quente e frio é essencial para todas as estratégias eficientes de resfriamento de data centers. O HACS e o CACS oferecem maiores densidade e eficiência energéticas em comparação com as abordagens de refrigeração tradicionais. Um sistema de contenção de corredor quente (HACS) é uma abordagem mais eficiente do que um sistema de contenção de corredor frio (CACS), pois permite temperaturas mais altas nos corredores quentes e temperaturas mais altas de água gelada, aumentando o número de horas do modo economizador e uma economia significativa de custos de eletricidade. Os pontos de ajuste de resfriamento podem ser elevados sem deixar de manter uma temperatura confortável na área sem contenção do data center.

A análise apresentada neste artigo mostra que o HACS pode economizar 43% no custo anual de energia do sistema de refrigeração, o que corresponde a uma redução de 15% na PUE anualizada em comparação com o CACS. Este trabalho chega à conclusão de que todos os projetos de novos data centers devem usar o HACS como a estratégia de contenção padrão. Nos casos em que a contenção não é necessária no início, o projeto de novo data center deve prever a implantação futura do HACS. Para data centers existentes com piso elevado e um layout de unidade de refrigeração perimetral, pode ser mais fácil e econômico implementar o CACS. Para obter orientações sobre este tópico, consulte o White Paper 153, *Implementação da Contenção de Ar Quente e Frio em Data Centers Existentes*.



Sobre o autor:

John Niemann é Gerente da Linha de Produtos de Fileira e Produtos de Refrigeração de Sistemas de Pequeno Porte da Schneider Electric, e é responsável pelo planejamento, suporte e marketing dessas linhas de produtos. John comanda a gestão de produtos de todos os produtos de refrigeração InRow™ da APC desde 2004. Ele tem 12 anos de experiência em climatização. Sua carreira começou no mercado de climatização comercial e industrial, onde se dedicou a sistemas personalizados de tratamento e refrigeração de ar, com experiência concentrada na recuperação de energia e filtragem para ambientes críticos. Sua experiência em climatização abrange engenharia de aplicações, desenvolvimento, gestão de produtos e vendas técnicas. John integra a ASHRAE e a The Green Grid, e é formado em engenharia mecânica pela Universidade de Washington em St. Louis, nos EUA.

Kevin Brown é vice-presidente de Oferta e Estratégia de Soluções Globais para Data Centers da Schneider Electric. Kevin é bacharel em engenharia mecânica pela Universidade de Cornell. Antes de ocupar esse cargo na Schneider Electric, Kevin atuou como Diretor de Desenvolvimento de Mercado da Airxchange, um fabricante de produtos e componentes de ventilação para recuperação de energia no setor de climatização. Antes de ingressar na Airxchange, Kevin ocupou vários cargos de alta administração na Schneider Electric, entre eles o de Diretor do Grupo de Desenvolvimento de Software.

Victor Avelar é Analista Sênior de Pesquisa do Centro de Ciência de Data Centers da Schneider Electric. Ele é responsável pelas pesquisas de projeto e operações de data centers e dialoga com os clientes a respeito de avaliação de práticas de projeto para aumentar a disponibilidade e a eficiência de seus ambientes de data center. Victor é bacharel em engenharia mecânica pelo Instituto Politécnico Rensselaer, e obteve seu MBA pelo Babson College. Ele é membro da AFCOM e da Sociedade Americana de Qualidade.



Recursos

Clique no ícone para linkar a pesquisa



Impacto sobre os Corredores Quentes de Alta Densidade sobre as Condições de Trabalho do Pessoal de TI.

White Paper 123



Implementação da contenção de ar quente e frio nos data centers existentes.

White Paper 153



Explore todos os White Papers

whitepapers.apc.com



Explore todas as ferramentas TradeOff™

tools.apc.com



Entre em contato

Para incluir comentários sobre o conteúdo deste White Paper:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Se você é cliente e tem perguntas relacionadas especificamente com o data center que está projetando:

Entre em contato com seu representante de **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm

Apêndice: Premissas utilizadas na análise

As seguintes premissas foram utilizadas na análise do HACS, do CACS e dos data centers tradicionais com piso elevado e sem contenção.

- Dimensões do data center: 36ft x 74ft x 10ft (11m x 22,6m x 3m)
- Capacidade do data center: 1.400 kW (sem redundância)
- Localização: Chicago, Illinois, EUA
- Custo médio da energia elétrica: US\$0,12 / kWh
- Carga total de TI: 700 kW
- Densidade de potência: 7 kW / rack em média
- Quantidade de racks/armários de TI: 100
- Resfriamento da unidade perimetral com piso elevado de 24 polegadas (61cm).
- Diferença de temperatura média entre os servidores: 25°F/13,9°C
- Ar de entrada do servidor com 45% de umidade relativa.
- Fuga de ar frio do piso elevado sem contenção: 40%
- Fuga de ar quente do piso elevado sem contenção: 20%
- Fuga de ar frio do piso elevado com CACS: 0%
- Fuga de ar frio do piso elevado com HACS: 0%
- Eficácia da bobina do CRAH: 0.619
- Eficácia do trocador de calor do economizador: 0.7
- Delta-T da água refrigerada no projeto: 12°F / 6,7°C
- Planta resfriadora dedicada ao data center.
- COP do Resfriador: 5 a 50% de carga
- Carga da planta de água gelada: 49-52%, dependendo da situação
- Temperatura mínima da água da torre: 40°F/4,4°C limitada pelo aquecedor de bacia para evitar o congelamento.
- Faixa de projeto de torre de resfriamento: 10°F/5,6°C
- Ventiladores de velocidade constante dos equipamentos de TI (ventiladores de velocidade variável aumentam o consumo de energia de TI, pois a temperatura do ar de entrada de TI aumenta além de um limiar definido).
- 100% de resfriamento sensível (isto é, dispensa desumidificação e umidificação).