



**WHITE PAPER DA VERTIV**

# Avaliando Chillers de Precisão para o Data Center

César Linares Solórzano

À medida que o cenário dos data centers centrais das redes híbridas, com um edge mais robusto, caminham em direção a instalações centrais maiores, muitas vezes de hyperscale, as estratégias de refrigeração evoluem para atender às necessidades desses grandes ambientes. Sistemas de expansão direta com chillers seguem sendo uma escolha eficaz para data centers de alta capacidade, mas esses sistemas existem em um espectro. O sistema escolhido terá um impacto significativo sobre a refrigeração e a eficiência energética da instalação.

Um chiller resfria água usando um circuito interno de expansão direta composto por compressores (os maiores consumidores de energia), refrigerante, válvulas de expansão, serpentinas de condensação e evaporadoras (troca de calor entre o refrigerante e a água). Para avaliar um chiller e fazer a escolha certa para um data center específico, os operadores devem considerar a eficiência, comunicação, refrigerantes, controle e a economia de energia (free-cooling indireto e serpentina adiabática) e ponderar esses critérios apropriadamente. As conclusões irão variar dependendo em diversos critérios específicos para um dado data center. Vejamos cada um deles separadamente:

### Ventiladores EC

Ventiladores EC de alta performance, com pás de alumínio fundido balanceadas estaticamente e dinamicamente. Disponível em modelos de 900 mm e 800 mm para atender a diferentes requisitos de ruído.

### Painel Elétrico

é altamente configurável para se adaptar às diferentes necessidades do cliente, com possibilidade de ter fonte de alimentação dupla, ATS, capacitores de fator de potência, medidor de energia.

O painel elétrico é dividido em duas seções (energia e controle) para manutenção mais fácil.

Grau de proteção IP54.

### Outras opções

- Fonte de alimentação dupla
- Arranque rápido
- Medidor de energia
- Super econômico
- Ruído ultra baixo
- Trabalho em Equipe (teamwork)

### Condensadora de Microcanais

Condensadora de microcanais com diversos designs em "V". Isso permite minizar o peso da unidade (-10%), aumentar a transferência de calor e reduzir a quantidade de refrigerante. A versão de free cooling usa uma serpentina tradicional aletada.



### Compressor

- Parafuso Inverter
- Parafuso
- Scroll

- Padrão
- Free-cooling
- Adiabática

### Casco & Evaporadora

em aço carbono sem costura, com tubo de cobre aletado internamente. Isolado externamente com elastômero de célula fechada para reduzir as perdas de calor.

### Válvula de Expansão Eletrônica

Para garantir um controle preciso do superaquecimento do gás sob todas as condições. Operação otimizada com cargas parciais para reduzir os custos operacionais com energia.



Figura 1. Principais componentes de um chiller (precisão) de um data center. Para ser observado facilmente, é necessário adicionar software integrado especialmente desenhado para a aplicação.

## Eficiência

Um chiller refrigera água que será usada para remover calor do ambiente a ser refrigerado. Entretanto, os ambientes e as aplicações são diferentes. O que poderíamos considerar chillers de conforto - feitos para prédios de escritórios ou supermercados, não são os mesmos do que os feitos para ambientes industriais propícios à grande poluição, vibrações, corrosão e qualidade ruim da energia. A eficiência depende do tipo de chiller e de sua aplicação.

Para os data centers, a eficiência é uma prioridade e os chillers de precisão usados nessas instalações são projetados de acordo. A água é usada em altas temperaturas (>20°C) para manter as condições ótimas de operação (com regulagem da temperatura e da umidade nas portas dos gabinetes) e entrega alta confiabilidade e eficiência. De fato, um chiller de precisão para data centers é mais eficiente com altas temperaturas da água - mais altas do que os chillers de conforto ou industriais podem acomodar. Isso é parte do design que permite aos chillers de precisão manter as condições apropriadas para os equipamentos sensíveis em um data center.

Entretanto, se uma das variáveis for modificada - por exemplo, reduzindo a temperatura da água - o chiller de precisão não será tão eficiente como o chiller de conforto ou industrial. O ponto é simples: diferentes chillers são projetados para diferentes aplicações e otimizar a eficiência do sistema requer o casamento do chiller certo com a aplicação certa.

## Comunicação

No data center, a comunicação entre o chiller e as unidades internas, ou unidades de tratamento de água (CRAH), é essencial para otimizar a operação. Novamente, a diferença entre os tipos de chillers é importante. Chillers de conforto e industriais muitas vezes não são projetados para tal comunicação ou não podem realizá-la porque os chillers e as unidades internas são de marcas diferentes, não tendo a capacidade de compartilhar informações.

Chillers de precisão, incluindo os da Vertiv (chamados de “Super Saver”), possibilitam a comunicação entre os chillers e as unidades internas. As unidades internas próximas dos equipamentos críticos alimentam as informações para os chillers, e os dois sistemas definem em conjunto as ações a serem realizadas dependendo das condições do ambiente do servidor - especialmente a temperatura e o percentual de carga em uso.

O que isso significa na prática: já que sempre há redundância nos chillers e nos inversores de frequência, e todos os data centers operam com menos de 90%, as válvulas de água da CRAH podem ser bem abertas e a temperatura da água ser aumentada, resultando em maior eficiência. Da mesma forma, isso reduz o percentual de operação dos chillers ao reduzir a carga de trabalho dos compressores. Se as condições da temperatura ambiente permitirem, isso aumentará o free cooling indireto.

Tudo isso proporciona grandes economias de energia. É também exclusivo aos tipos de chillers de precisão usados em data centers, pois eles têm as placas de controle e os softwares necessários integrados. Os chillers de conforto e industriais, por outro lado, demandam controladores externos, adaptações adicionais ou programação extra para desempenhar as mesmas funções.

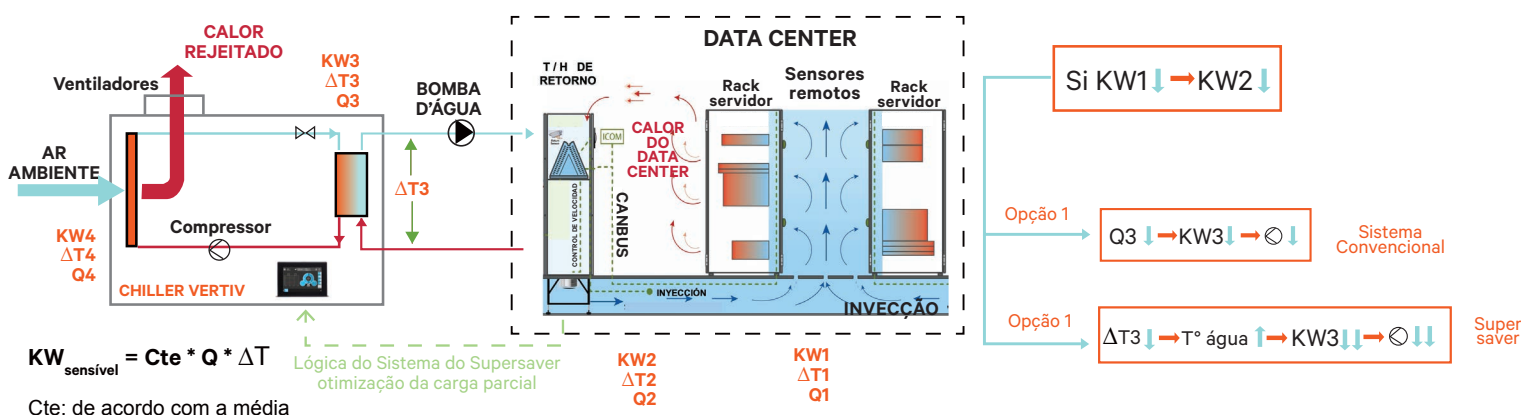


Figura 2. O Supersaver é mais eficaz já que pode aumentar a temperatura da água e abrir as válvulas de água para operar os compressores com um percentual mais baixo, em comparação com estar sempre resfriando a água para a mesma temperatura e regulando as válvulas.

**CONFORTO:**

- Sistema padrão chiller de HPC + PCW
- Mesmo sistema com Supersaver

**CONDIÇÕES COMUNS DE DESIGN:**

- Temperatura da água de entrada/saída do Chiller de Free-cooling a carga plena: 15-10°C
- Set-point do PCW : 24°C, com controle do ar de retorno

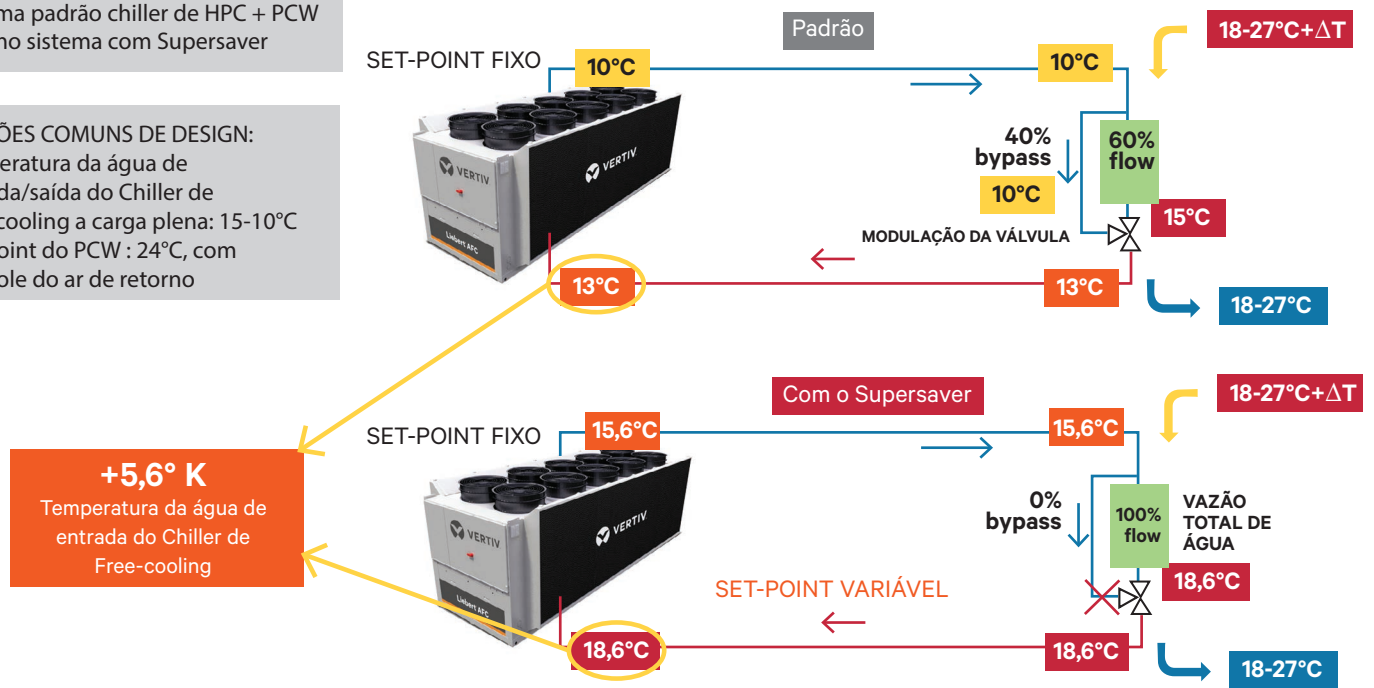


Figura 3. Exemplo de um caso com Supersaver a 60% de carga. Essa comunicação ocorre entre o chiller e as unidades internas, e o controle é automático. Aumentando a TD, a capacidade de refrigeração melhora e, se o free cooling estiver disponível, ela é aprimorada.

percentual de operação de design Redundância R				90% 1	percentual de operação de design Redundância R				95% 1
Quantidade N	Redundância R	Quantidade Total	% de operação de cada unidade		Quantidade N	Redundância R	Quantidade Total	% de operação de cada unidade	
1	0	1	90.0%		1	0	1	95.0%	
1	1	2	45.0%		1	1	2	47.5%	
2	1	3	60.0%		2	1	3	63.3%	
3	1	4	67.5%		3	1	4	71.3%	
4	1	5	72.0%		4	1	5	76.0%	
5	1	6	75.0%		5	1	6	79.2%	
6	1	7	77.1%		6	1	7	81.4%	

Figura 4. Percentual real da operação do chiller em redundância. Operar simultaneamente possibilita que mais energia seja economizada (maior temperatura da água e maior eficiência no caso de inversers) e resposta mais rápida no caso de um desligamento repentino de uma das unidades.

## Refrigerantes

A indústria de data centers está em processo de fazer uma transição crescente para mais refrigerantes com baixo potencial de aquecimento global (GWP), de acordo com a demanda de vários órgãos regulatórios no mundo todo. A Europa está exigindo a migração para refrigerantes de baixo GWP e os refrigerantes R140, R407 e R134, entre outros, serão descontinuados até 2025. Portanto, chillers de precisão estão agora oferecendo novas opções de refrigerantes de baixo GWP, como o R513 e R1234. Medidas regulatórias semelhantes estão pendentes ou são prováveis em outros lugares nos próximos anos.

Descrição	R22	R407C	R410A	R134A	R32	R513A	R454B	R515B	R1234ZE
Danos à camada de ozônio	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
GWP (Potencial de Aquecimento Global)	1800	1774	1740	1430	675	573	466	299	7
Inflamável (Designação de Segurança da ASHRAE)	Não (A1)	Não (A1)	Não (A1)	Não (A1)	Baixa (A2L)	Não (A1)	Baixa (A2L)	Não (A1)	Baixa (A2L)

Figura 5. Tabela comparativa de refrigerantes normalmente usados em data centers. A meta de GWP é menor do que 750. Os marcados em vermelho não cumpririam o objetivo. Os marcados em verde seriam os substitutos.

## Controle

Chillers de precisão vêm com toda a eletrônica, recursos de comunicação e componentes para medição e controle para operar de forma eficaz em um data center. A comunicação entre unidades pode otimizar a economia de energia com base no controle automático da temperatura da água, da rotação das unidades para redundância ou para operação customizada para cargas parciais ou total. Por exemplo, se uma unidade precisa de manutenção ou falha, as outras automaticamente aumentam suas cargas de trabalho para compensar a ausência daquela. Isso tudo pode acontecer automaticamente de acordo com os parâmetros de operação, e cada máquina pode ser monitorada a partir de uma única unidade.

Essa inteligência e controle integrados não existe em chillers de conforto ou industriais básicos. Esses sistemas normalmente precisam de elementos externos extra, como um PLC e diversos sensores ou módulos de controle e monitoramento para integrar as diferentes unidades para que trabalhem em conjunto. Esses vários componentes externos representam pontos de falha e geralmente produzem resultados inferiores àqueles vistos em chillers de precisão.

Para os provedores de colocation e de nuvem, o negócio é o próprio data center. Portanto, sendo a refrigeração a maior consumidora de energia nessas instalações (mais de 35% do consumo total) e a mais cara infraestrutura a ser adquirida, a eficiência energética nesses sistemas é vital. O custo de operação e a vida útil dos equipamentos também contribuem para o custo total de propriedade e não devem ser descartados.

## O que é um Supersaver?

É uma **FUNÇÃO DE SOFTWARE iCOM® INTEGRADA**

**NÃO REQUER HARDWARE ADICIONAL**

Ele explora a comunicação LAN entre todas as unidades de refrigeração no sistema e coordena a sua regulagem.

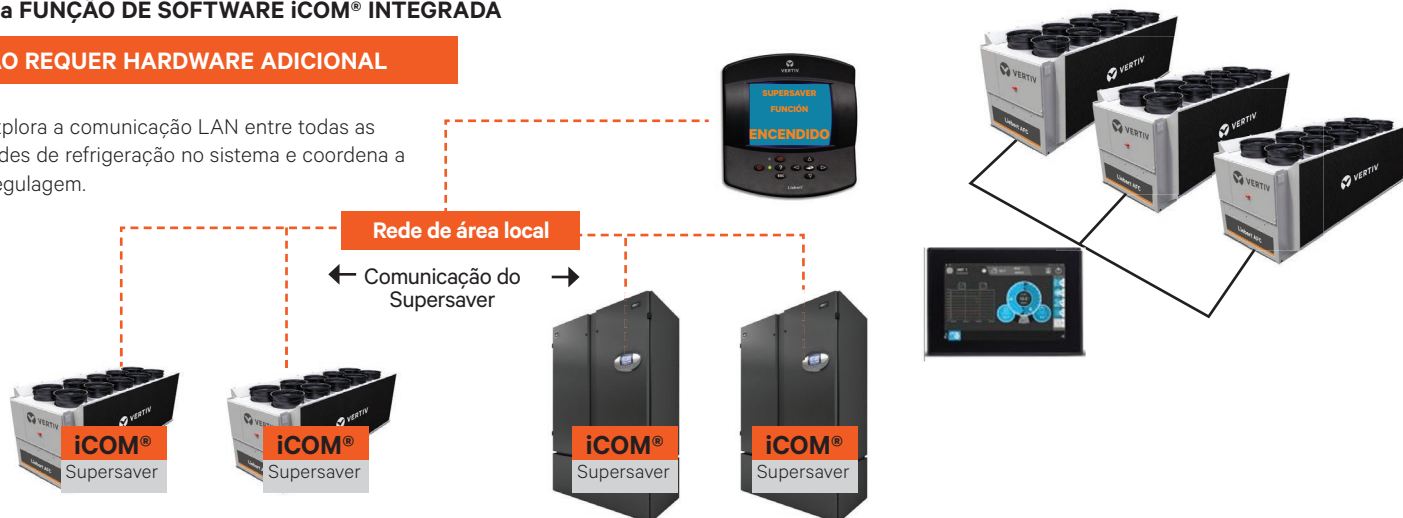


Figura 6. Os chillers de precisão da Vertiv incorporam controle e gerenciamento com foco na operação ótima do data center sem a necessidade de equipamentos externos ou programação adicionais.

## Economia de Energia

Os recursos de eficiência energética são importantes, mas sua total contribuição depende de como eles são configurados e usados. No mercado de chillers, os ventiladores EC são praticamente o padrão de mercado, e inversores e equipamentos magnéticos são comuns em diversos sistemas. Todos são capazes de reduzir o consumo de energia, mas seu verdadeiro impacto depende da configuração e do uso corretos.

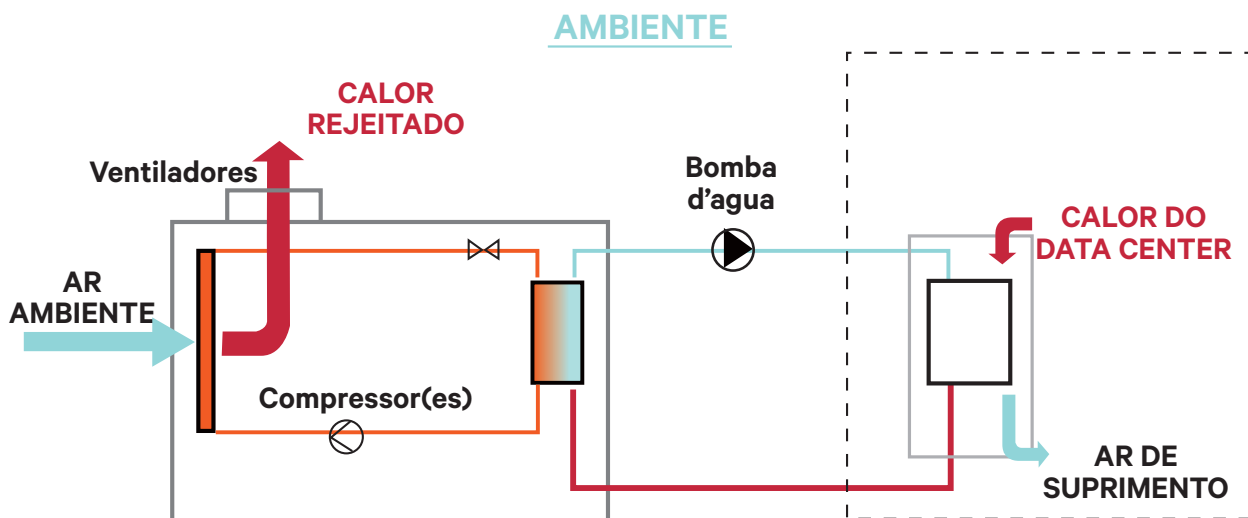
Além da tecnologia incorporada padrão, os chillers podem ser configurados com determinados acessórios para melhorar a eficiência. Estes incluem a serpentina de free cooling e a serpentina adiabática, baseadas no princípio da diferença de temperatura (TD). Quanto maior a diferença, maior a capacidade de remoção de calor e, conseqüentemente, maior a economia de energia. Os operadores podem aumentar a diferença de temperatura aumentando a temperatura da água e “reduzindo” a temperatura do ar ao redor do chiller.

Por exemplo, se o ar está a 10°C e a água a 15°C, a diferença de temperatura é de 5°C. Aumentar a temperatura da água para 20°C imediatamente dobra a diferença (10°C). Portanto, a capacidade aumenta e a carga de trabalho dos compressores baixa, reduzindo a energia necessária para a operação.

No caso da serpentina adiabática, uma serpentina normalmente preta é molhada com água como uma esponja. Conforme o ar com uma alta temperatura passa através dessa serpentina úmida, ar mais frio e mais úmido entra em contato com a tubulação de água. Isso aumenta a diferença de temperatura e a capacidade de retirar calor do líquido, reduzindo efetivamente a sua temperatura e a carga de trabalho dos compressores – mais uma vez reduzindo a energia consumida.

**UM** modo de operação:

- Refrigeração mecânica («DX», expansão direta)



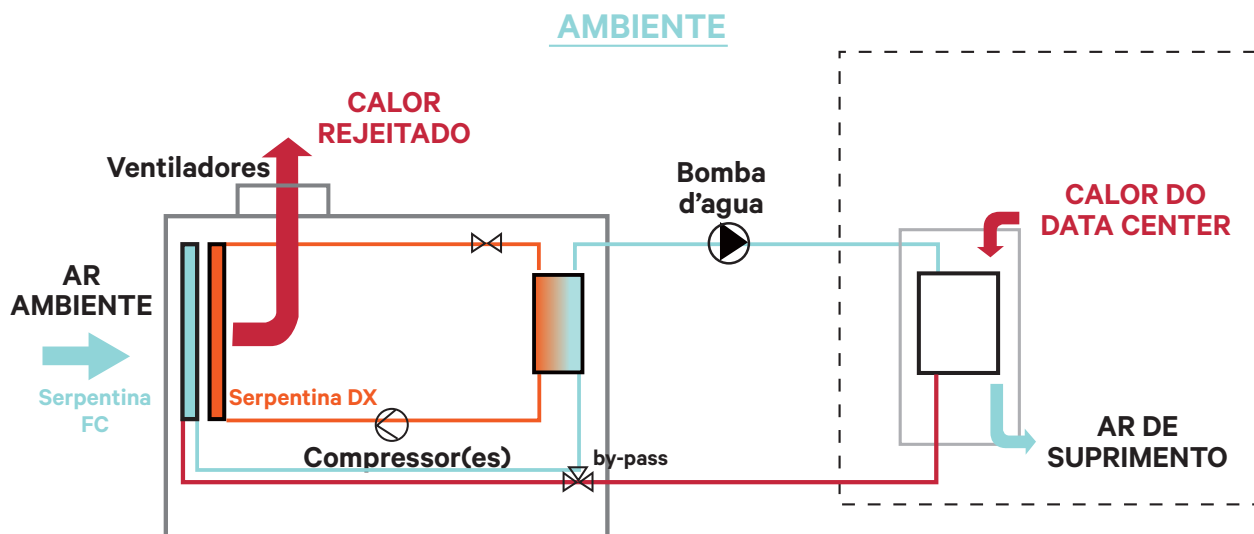
**Aplicações** típicas:

- Aplicação de **conforto** ou **data centers legados**, com regime de baixa temp. da água (i.e. 12 - 7°C)
- **Países muito quentes**, onde o Free-cooling ainda não é popular (mas a tendência está mudando)
- Como **backup** para sistemas com drycooler ou torres de refrigeração

Figura 7. Operação de chiller convencional, serpentina única

### TRÊS modos de operação:

- Refrigeração mecânica («DX» expansão direta)
- Free cooling «FC»
- Modo misto «FC+DX» free cooling + compressores de backup



### Aplicações típicas:

- Data centers com regime de temp. da água média/alta ( $15 - 10^{\circ}\text{C} \rightarrow 26 - 20^{\circ}\text{C}$ , ASHRAE)
- Normalmente usado em **países frios**
- Nova tendência  $\rightarrow$  também em países quentes (ASHRAE, Adiabático)

Figura 8. Chiller com free cooling. Observe o detalhe da serpentina de FC adicional que possibilita a remoção de calor, aproveitando as temperaturas ambientais baixas e a diferença de temperatura gerada para reduzir a carga de trabalho dos compressores.

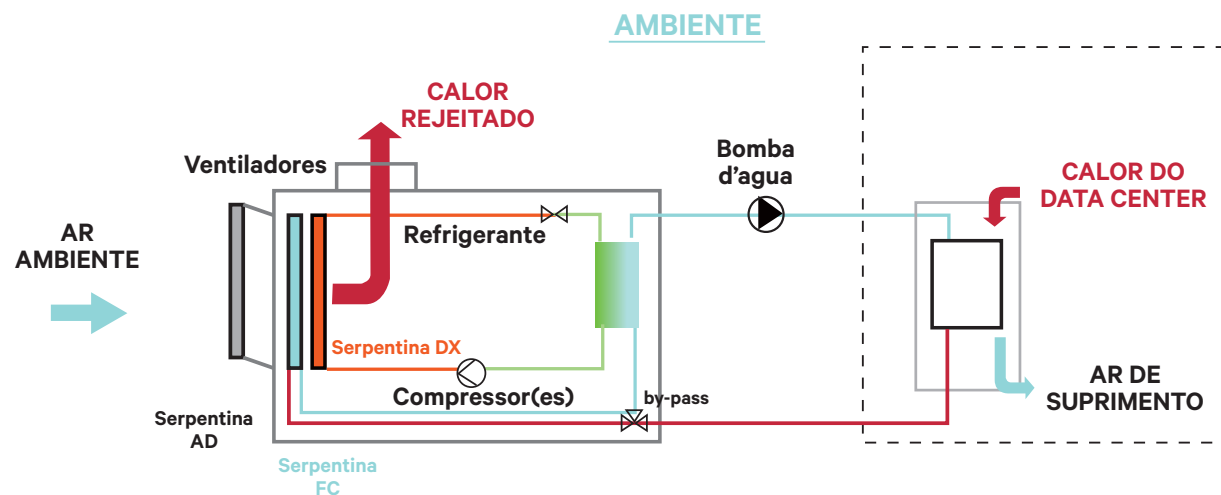
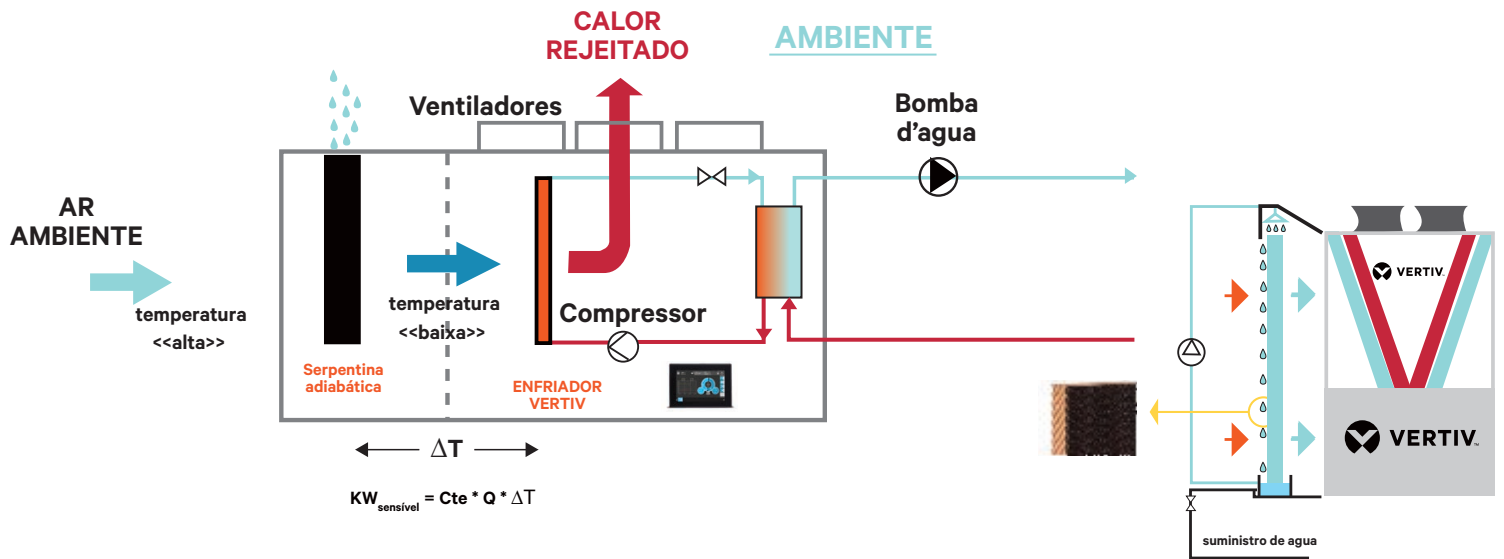


Figura 9. Serpentina adiabática para reduzir a temperatura e aumentar a umidade do ambiente.



Ar ambiente passa através dos painéis molhados (AD)



Transformação Adiabática:

- A Umidade aumenta
- A temperatura de Bulbo Seco diminui

Figura 10. Serpentina adiabática para reduzir a temperatura e aumentar a umidade do ambiente.

		Condição do ar após o PAD															
		Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)	Tdb (°C)	RH (%)		
Temperatura do ar antes do PAD (°C)	50	30,6	56	34,3	65	37,2	72										
	48	29,6	56	32,8	65	35,5	72										
	46	28,3	56	31,3	65	33,9	72	36,3	78								
	44	27	57	29,8	65	32,3	72	34,5	78								
	42	25,7	57	28,4	65	30,7	72	32,8	78	34,7	83						
	40	24,4	58	26,9	66	29,1	72	31,1	78	32,9	83	34,6	87				
	38	23,1	58	25,4	66	27,5	73	29,4	78	31,2	83	32,8	87	34,2	91		
	36	21,8	59	24,0	66	26,0	73	27,8	78	29,4	83	30,9	87	32,3	91	33,7	94
	34	20,4	59	22,5	67	24,4	73	26,1	78	27,7	83	29,1	87	30,5	91	31,7	94
	32	19,1	60	21,0	67	22,8	73	24,4	78	25,9	83	27,3	87	28,6	91	29,8	94
	30	17,8	60	19,6	67	21,2	73	22,8	78	24,2	83	25,5	87	26,7	91	27,9	94
	28	16,4	61	18,1	68	19,7	73	21,1	79	22,4	83	23,7	87	24,9	91	26,0	94
	26	15,1	61	16,6	68	18,1	74	19,4	79	20,7	83	21,9	87	23,0	91	24,0	94
	24	13,7	62	15,2	68	16,5	74	17,8	79	18,9	83	20,1	87	21,1	91	22,1	94
	22	12,3	62	13,7	69	14,9	74	16,1	79	17,2	83	18,3	87	19,3	91	20,2	94
	20	11,0	63	12,2	69	13,3	74	14,4	79	15,5	83	16,5	87	17,4	91	18,3	94
18	9,8	63	10,8	69	11,7	74	12,7	79	13,7	83	14,7	87	15,5	91	16,4	94	
16	8,4	64	9,3	69	10,1	74	11,0	79	12,0	83	12,9	87	13,7	91	14,4	94	
14	7,1	64	7,8	70	8,6	75	9,4	79	10,2	83	11,1	87	11,8	91	12,5	94	
12	5,8	65	6,3	70	7,0	75	7,7	79	8,5	83	9,2	87	9,9	91	10,6	94	
10	4,4	65	4,9	70	5,4	75	6,0	79	6,7	83	7,4	87	8,1	91	8,7	94	
8	3,1	66	3,4	71	3,8	75	4,3	80	5,0	83	5,6	87	6,2	91	6,7	94	
6	1,8	66	1,9	71	2,2	75	2,7	80	3,2	83	3,8	87	4,3	91	4,8	94	
5	1,1	66	1,2	71	1,4	75	1,8	80	2,3	83	2,9	87	3,4	91	3,8	94	

10	20	30	40	50	60	70	80
UR do ar antes do PAD (%)							

LEGENDA	
T out > 35°C	
30°C < T out < 35°C	
25°C < T out < 30°C	
20°C < T out < 25°C	
15°C < T out < 20°C	
7°C < T out < 15°C	
Risco de congelamento!	

Figura 11. Efeito da passagem do ar do entorno do chiller através da serpentina adiabática. Dependendo das condições iniciais, a melhoria é significativa (ar com alta temperatura e baixa umidade são perfeitos para esta aplicação).



Figura 12. Chillers Vertiv Liebert AFC com serpentinas adiabáticas (pretas).

A lógica de controle mede constantemente a **temperatura** e a umidade externas para ativar o **modo de operação** mais eficiente



Figura 13. Todas as opções para economia de energia dependem da temperatura ambiente

## Conclusão

Os chillers são projetados e configurados para atender a necessidades de aplicações específicas. Operadores de data centers muitas vezes tomam a decisão de compra sem essa compreensão e antes de ponderar as especificações técnicas e de performance das várias soluções. O preço inicial de compra desses sistemas é uma pequena parte do seu custo total de propriedade e precisa ser pesado considerando as claras vantagens de design que os chillers de precisão oferecem nos ambientes de data centers.

## Referências

Danfoss. Refrigerant options now and in the future

<https://www.danfoss.com/media/7174/low-gwp-whitepaper.pdf>

Vertiv. Free Cooling Chillers

<https://www.vertiv.com/es-latam/products-catalog/gerenciamiento-termico/free-cooling-chillers/#/>



**Vertiv.com | Sede da Vertiv, 1050 Dearborn Drive, Columbus, OH, 43085, Estados Unidos da América**

© 2022 Vertiv Group Corp. Todos os direitos reservados. Vertiv e o logo da Vertiv são marcas ou marcas registradas da Vertiv Group Corp. Todos os demais nomes e logos a que se fazem referência são nomes comerciais, marcas, ou marcas registradas de seus respectivos donos. Embora tenham sido tomadas as devidas precauções para assegurar que esta literatura esteja completa e correta, Vertiv Group Corp. não assume nenhuma responsabilidade por qualquer tipo de dano que possa ocorrer seja por informação utilizada ou omitida.