



WHITE PAPER DA VERTIV

Como os Sistemas de Água Gelada Atendem às Metas de Disponibilidade e de Sustentabilidade do Data Center

Sumário Executivo

A indústria de data centers continua a desenvolver data centers maiores para atender às demandas por capacidade ao mesmo tempo em que toma medidas para reduzir significativamente o impacto dos data centers no meio-ambiente. Empresas como a Vertiv tem a sustentabilidade em mente em seus designs, desenvolvendo soluções para data centers que ajudam a atender as necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de terem suas próprias necessidades atendidas.

Sistemas de refrigeração, em particular os sistemas a base de água gelada podem ter um papel importante nesta evolução. Eles permitem aos proprietários e operadores desenvolverem novos data centers que abordam eficientemente a questão de emissões diretas e indiretas, que são ponderadas na métrica do índice de impacto total de aquecimento equivalente (TEWI).

Os atuais sistemas de água gelada reduzem as emissões diretas ao limitar a quantidade de refrigerante usado em comparação a outras tecnologias e ao possibilitar o uso de refrigerantes novos e mais ecológicos disponíveis no mercado. Esses sistemas também reduzem as emissões indiretas quando adotam novas tecnologias e o sistema é otimizado através das melhores práticas em relação ao controle do sistema, que são descritas nesse estudo.

A capacidade de um sistema de água gelada de reduzir as emissões diretas e indiretas possibilita aos operadores de instalações críticas atingir um TEWI mais baixo. Sistemas de água gelada também equilibram de forma eficaz o uso de água e de energia para que sistemas de refrigeração eficientes sustentem uma baixa eficácia no uso de água (WUE, como definido pela Green Grid).

A combinação de TEWI baixo e WUE baixa tornam os sistemas de água gelada uma das escolhas mais sustentáveis para o gerenciamento térmico do data center em termos de eficiência energética e eficiência no uso da água. Esses sistemas foram adaptados para seguir a evolução dos data centers para os designs sem piso elevado e podem ajudar a facilitar a transição para a refrigeração líquida.

Avaliação do Impacto Ambiental dos Sistemas de Gerenciamento Térmico dos Data Centers

A sustentabilidade tornou-se uma das estratégias mais importantes para empresas e organizações governamentais, e será uma das principais forças moldando o futuro.

Sistemas de gerenciamento térmico – os sistemas que removem calor dos data centers – podem ter um papel preponderante na melhoria do perfil de carbono dos data centers pois, em diversas instalações de data centers, aproximadamente 25 a 35% do consumo de energia pode ser atribuído à refrigeração do ar.

Para um panorama completo do impacto ambiental dos sistemas de refrigeração, os operadores precisam considerar as emissões diretas e as emissões indiretas.

- **As emissões diretas** medem o impacto na atmosfera relacionado à descarga direta no ar devida ao vazamento de um fluido refrigerante. Fluidos refrigerantes podem ter um efeito estufa importante, aumentando a temperatura média do mundo. De fato, gases refrigerantes, como os HFCs são considerados “super poluentes climáticos” com “potencial para aquecimento global” do dióxido de carbono de milhares de vezes. O potencial de aquecimento global (GWP) é uma medição da contribuição de um gás para o efeito estufa em relação ao efeito do CO₂, o qual tem um potencial de referência igual a um.
- **As emissões indiretas** levam em consideração a produção da eletricidade usada pelo sistema durante a sua operação. Existe, portanto, uma relação direta entre a eficiência e as emissões indiretas quando são usadas fontes de energia com base de carbono. Quanto mais eficiente for a operação de uma unidade, menos energia será necessária e menor seu impacto sobre as emissões indiretas. As emissões indiretas podem também ser reduzidas pelo aumento da dependência em fontes de energia renováveis de baixo impacto.

TEWI é a soma algébrica definida sob o Protocolo de Montreal e representa os efeitos direto e indireto das emissões totais de carbono de uma tecnologia de refrigeração durante seu ciclo de operação. Como resultado, ele serve como uma métrica valiosa para avaliar o quão bem um sistema de refrigeração específico pode suportar a mudança para a neutralidade em carbono, pois ele engloba tanto o papel dos refrigerantes quanto a energia consumida pelo sistema.

Cálculo do TEWI

$$\text{TEWI} = (\text{efeito direto}) + (\text{efeito indireto}) = [\text{GWP} * \text{L} * \text{n} + (\text{GWP} * \text{m} + (1 - \alpha_{\text{recuperação}}))] + (\text{n} * \text{E}_{\text{anual}} * \beta)$$

sendo:

GWP = Potencial de aquecimento global (CO₂ eq. kg)

L = Taxa de vazamento por ano (kg/ano)

n = Tempo de operação do sistema (anos)

m = Carga de refrigerante (kg)

$\alpha_{\text{recuperação}}$ = Fator de reciclagem

E_{anual} = Consumo de energia por ano (kWh)

β = Emissão de CO₂ por kWh



Figura 1. Portfólio Ampliado da Vertiv para Sistemas de Água Gelada no Estado da Arte

Análise do Impacto Ambiental dos Sistemas de Água Gelada

Ao usar o TEWI como medida do impacto total do dióxido de carbono de um sistema de refrigeração, podemos ver que os sistemas de água gelada têm um dos maiores potenciais para reduzir a pegada de carbono de um data center.

Efeitos Diretos dos Sistemas de Água Gelada

Há vários motivos pelos quais os sistemas de água gelada são eficazes para reduzir as emissões diretas. Primeiro, eles têm uma carga geral limitada de refrigerante por quilowatt (kw) de refrigeração. Em alguns casos, o refrigerante pode até não ser necessário, já que com data centers localizados em climas frios o calor é liberado através de drycooler ou torres de refrigeração. Outros tipos de sistemas de refrigeração, como sistemas de ar forçado, demandariam o uso de refrigerantes nessas circunstâncias e normalmente produziram uma maior carga/kW de refrigerante para refrigeração.

Em um sistema de água gelada, o refrigerante é armazenado nas unidades de chiller. Um chiller é uma solução completa com um circuito refrigerante pronto para uso. O circuito refrigerante é também normalmente testado na fábrica para excluir vazamentos e testado novamente no site após a instalação. Isso minimiza um possível risco de perda de refrigerante. Também é comum usar sistemas de monitoramento para identificar o vazamento de refrigerante na operação, permitindo que a unidade seja parada para evitar o vazamento de todo o refrigerante.

Por fim, sistemas de água gelada podem usar uma variedade de refrigerantes para limitar o impacto na atmosfera, incluindo hidrofluorolefina (HFO) e refrigerantes com um blend de HFO que têm um GWP muito mais baixo que os refrigerantes tradicionais e provavelmente se tornarão mais comuns à medida que a indústria evolui.

Além disso, sistemas de água gelada são mais seguros e tem uma melhor relação custo-benefício do que sistemas alternativos de refrigeração por refrigerantes, como os sistemas de HVAC a ar forçado que trariam refrigerantes inflamáveis para dentro dos data centers, impondo um risco considerável de combustão e exigindo caros dispositivos de monitoramento de segurança.

A [Emenda de Kigali da ONU](#), que estabeleceu a significativa limitação da produção e do consumo futuro de refrigerantes hidrofluorocarbonetos (HFC), exige uma redução de 80 a 85% no uso de refrigerantes HFC até o final de 2040. Além disso, diferentes regiões do mundo estabeleceram seus próprios limites para o uso de refrigerantes HFC e incentivam o uso de refrigerantes com baixo impacto ambiental, como o HFO. Por exemplo, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos tem um mandato de [redução progressiva](#) dos HFCs até 85% durante os próximos 15 anos e a Comissão Europeia implementou regulamentos sobre gás-F que limitaria a venda de HFCs em um quinto das vendas de 2014 até 2030. A eliminação progressiva dos refrigerantes HFC deve evitar as emissões de até 105 milhões de toneladas de CO₂.

O resultado será uma mudança progressiva – similar ao que ocorreu quando os clorofluorocarbonetos foram progressivamente eliminados sob o Protocolo de Montreal em 1993 devido ao seu impacto na camada de ozônio – de refrigerantes tradicionais como R134a e R410a para refrigerantes de baixo GWP, como R 1234ze, R1234yf e R454B.

Entretanto, a maioria desses novos refrigerantes HFO são inflamáveis ou parcialmente inflamáveis. Isso traz novos desafios durante a fase de projeto do data center, especialmente se o refrigerante é usando dentro do espaço branco ou em contato direto com o ar enviado para os equipamentos de TI.

Sistemas de água gelada oferecem uma solução a esse desafio ao manter o refrigerante inflamável fora do espaço branco. Como chillers são, na maioria das vezes, posicionados no lado externo ou dentro de uma sala de máquinas, é possível usar refrigerantes inflamáveis ou parcialmente inflamáveis mais facilmente do que com outros sistemas de refrigeração.

Para demonstrar como esses refrigerantes reduzem o impacto ambiental dos chillers, considere como a mudança impacta dois tipos de chillers comumente usados:

- Chillers para data centers de pequeno e médio porte com compressores scroll tradicionalmente usavam R410A com um GWP de 1924 (AR5). Agora, eles estão disponíveis com R454B, que tem um GWP de 466; R32 com GWP de 677 ou refrigerantes naturais como o R290.
- Chillers para data centers de médio e grande porte com compressores parafuso ou centrífugos tradicionalmente usavam R134a, o qual tem um GWP de 1300. Agora, eles estão usando R513A, o qual tem um GWP de 573 ou o R1234ze que tem um GWP abaixo de 1.

Portanto, os sistemas de água gelada representam uma alternativa altamente eficaz aos sistemas de refrigeração tradicionais ao mesmo tempo em que também reduzem as emissões diretas já que não demandam investimentos maiores ou mudanças ao design existente do data center.

Efeitos Indiretos de um Sistema de Água Gelada

Um efeito indireto importante de um sistema de refrigeração está ligado ao uso da eletricidade. A métrica mais comum usada para avaliar a eficiência dos sistemas de refrigeração é a eficácia parcial no uso de energia (pPUE). A pPUE é a razão entre a soma da energia usada pela carga de TI e o sistema de refrigeração e a energia usada pela carga de TI. Quanto menor o valor, mais eficiente é o sistema de refrigeração. Uma pPUE de 1 representa um data center em que cada watt de energia está sendo usado pelos equipamentos de TI e o equipamento de refrigeração não usa energia.

Os atuais sistemas de água gelada, incluindo os sistemas da Vertiv, têm o potencial para dar suporte a valores de pPUE menores do que 1,1 em cidades como Londres, usando as estratégias de otimização descritas na próxima seção.

Otimização dos Sistemas de Água Gelada

A seguir encontram-se estratégias de otimização que ajudam os sistemas de água gelada alcançar eficiência excelente. Simulações demonstrando a eficácia de cada uma destas estratégias são dadas no apêndice deste estudo.

Aumento das Temperaturas do Ar e da Água

Há apenas alguns anos, a temperatura padrão de trabalho do espaço branco de um data center era de aproximadamente 24 graus Celsius. Hoje, não é incomum ter data centers funcionando entre 24 e 25°C na frente dos servidores, com o ar de retorno para as unidades de refrigeração internas em 36 a 37°C. As temperaturas da água têm uma evolução similar, amentando dos 10-15°C que eram comuns no passado para 15-18°C ou até mais altas. Alguns grandes hyperscalers aumentaram as temperaturas das entradas de ar das unidades de tratamento do ar da sala de computação (CRAH) para acima de 20°C.

Esse aumento significativo nas temperaturas pede por um maior uso de tecnologias de free-cooling, que usam ar ambiente mais frio (mais frio do que a configuração da água gelada fornecida) para fazer a refrigeração ao invés do ciclo de refrigeração do chiller. Tais sistemas podem explorar as temperaturas frias do ar externo como a principal fonte de refrigeração, limitando o uso de sistemas de expansão direta (DX) para cobrir os picos que ocorrem nos períodos mais quentes do ano. Isso é possibilitado pela troca de chillers simples para soluções mais avançadas como chillers de free-cooling, o que combina a altíssima eficiência do free-cooling com a disponibilidade constante de refrigeração dada pelo sistema DX sob qualquer condição. Além disso, o controle integrado dos chillers de free-cooling pode habilitar a operação em 'modos mistos', onde o compressor intervém durante a meia-estação para compensar pelas temperaturas mais altas do ar externo que limitam o free-cooling.

Otimização do Controle do Sistema de Água Gelada

Um segundo passo para maximizar a eficiência do sistema de água gelada é otimizar o sistema como um todo, através da coordenação da operação com as unidades externas com as unidades internas. Isso é conseguido usando-se gerenciadores de plantas geladas como o Vertiv™ Liebert® iCOM™ CWM que pode coordenar a operação de todas as unidades dentro do sistema de água gelada. Com esse nível de controle, os gestores da planta podem otimizar diversos chillers operando com fluxo variável para reduzir o consumo das bombas e aumentar as temperaturas de retorno do fluido para os chillers.

Em alguns casos, o gestor da planta pode também implementar lógica de otimização da temperatura de operação em relação às diferentes condições de operação do data

center. O Liebert iCOM CWM inclui recursos de controle dinâmico da água que pode otimizar a temperatura da água de operação e relação à carga do data center, melhorando drasticamente a eficiência dos chillers enquanto garante a temperatura ótima na frente dos servidores.

Uso de Melhor Tecnologia do Compressor

Em um data center localizado em clima ameno, uma grande parte da absorção total de energia é devida ao compressor do chiller. O uso de tecnologias inovadoras e eficientes do compressor pode, portanto, ajudar a atingir uma melhor eficiência do compressor. Nos últimos anos, houve um aumento do uso de compressores operados por inversores, também chamados de compressores inverters, que possibilitam importantes benefícios em termos de eficiência. Chillers de free-cooling que usam compressores parafuso operados por inversores ou compressores centrífugos sem óleo estão agora disponíveis para melhorar a eficiência energética dos sistemas de água gelada e, conseqüentemente, reduzir o consumo de eletricidade.

Sistema Adiabático

Outra forma inovadora de melhorar a eficiência de um sistema a base de água gelada é com os chillers de free-cooling que usam tecnologia adiabática. O sistema adiabático (especialmente se usado com um sistema de painéis adiabáticos) é ideal para o uso prolongado durante o ano e não apenas em condições de pico, levando a benefícios substanciais. Em um sistema adiabático, o ar ambiente é umidificado e refrigerado sem incorrer em qualquer custo adicional de energia, através da passagem de ar pelos painéis molhados. O ar é então entregue com uma temperatura mais baixa para as serpentinas de free-cooling e de condensação, alcançando uma capacidade de free-cooling maior e uma operação mais eficiente do compressor, respectivamente.

Outra métrica relevante ao avaliar a sustentabilidade de um sistema de refrigeração é o WUE, que é calculado dividindo-se o uso anual de água pelo site, em litros, pelo uso de energia dos equipamentos de TI, em quilowatt-hora (kWh). Essa métrica é particularmente valiosa para quem opera em uma área com alto escassez hídrica, ou está considerando expandir para uma.

O problema do grande uso de água na refrigeração do data center é principalmente relacionado aos sistemas de ciclo aberto, onde a água é usada para pulverizar trocadores de calor para aumentar o campo operacional ou aproveitar as economias do free-cooling.

Chillers adiabáticos e soluções evaporativas empacotadas externas são sistemas de ciclo aberto, mas usam controladores integrados para permitir o uso da água estritamente quando

necessário com base em redundância, eficiência ou demanda por refrigeração. A principal função do controlador é evitar que haja desperdício de água, reduzindo o WUE do data center.

A água é também usada quando o ar dentro do espaço branco precisar ser umidificado e, em condições específicas, a refrigeração do ar proporciona capacidade de refrigeração tanto latente quanto sensível. A Vertiv projeta suas unidades com montagem no piso com grandes superfícies de troca para proporcionar capacidade de refrigeração sensível sem necessidade de umidificação. Se bem fabricado, o ciclo da água é completamente vedado e uma vez cheio não necessita de água adicional (ou seja, não há desperdício de água). O uso eficiente da água pode ajudar a reduzir a pPUE do sistema e isso pode ser alcançado limitando-se o uso de água a determinadas condições através do uso eficaz de controles.

Recuperação de Calor

A recuperação de calor pode aumentar a eficiência do sistema de água gelada ao permitir que o calor capturado do data center seja reutilizado para outros fins. Ao invés de refrigerar a carga de calor, o calor é efetivamente capturado pelo sistema e pode ser usado para anteder demandas de aquecimento em outras partes do prédio, prédios vizinhos ou uma rede distrital de aquecimento. Essa estratégia pode ser usada em data centers legados, mesmo quando as temperaturas do calor capturado são baixas, através do uso de uma bomba de calor para aumentar a temperatura.

Armazenamento de Refrigeração

Tanques de armazenamento de água gelada são uma forma eficaz para reduzir o consumo de energia, uma vez que esses tanques servem como armazenamento de energia térmica (TES) que ajuda a aliviar as cargas de energia da planta durante o pico de demanda. As instalações intensificam seus sistemas de chiller durante a noite para produzir água gelada, aproveitando as tarifas mais baixas de eletricidade durante a noite. Essas instalações aproveitam essa capacidade de refrigeração armazenada para a refrigeração durante o dia.



Compatível com Aplicações Sem Piso Elevado

Para construir data centers mais rapidamente e acompanharem a demanda crescente enquanto controlam os custos, os desenvolvedores de data centers – operadores de colocation e de hyperscale com 2-5 MW para cada data hall – estão se afastando dos designs com piso elevado. Essa tendência trouxe a necessidade de trocar as unidades padrão de CRAH perimetrais a água gelada para uma nova abordagem. Isso ocorre porque as unidades padrão, quando aplicadas em ambientes de data center sem piso elevado, podem trazer o risco de fluxo de ar em alta velocidade na frente da primeira fila de racks, criando pressão negativa para os servidores. Para data centers de pequeno e médio porte, com menos de 2 MW por

hall, uma transição parcial para designs sem piso elevado é mais provável.

O problema do fluxo de ar pode ser resolvido usando-se novas soluções que criem pressão positiva na frente dos racks. A Vertiv projetou vários produtos com uma maior área da superfície de entrega para permitir o equilíbrio da pressão ao longo das filas de servidores. As principais soluções são os sistemas perimetrais de água gelada, especialmente para aplicações em pisos não elevados e para diversas unidades térmicas de parede que têm seus designs baseados no conceito das unidades de tratamento de ar.

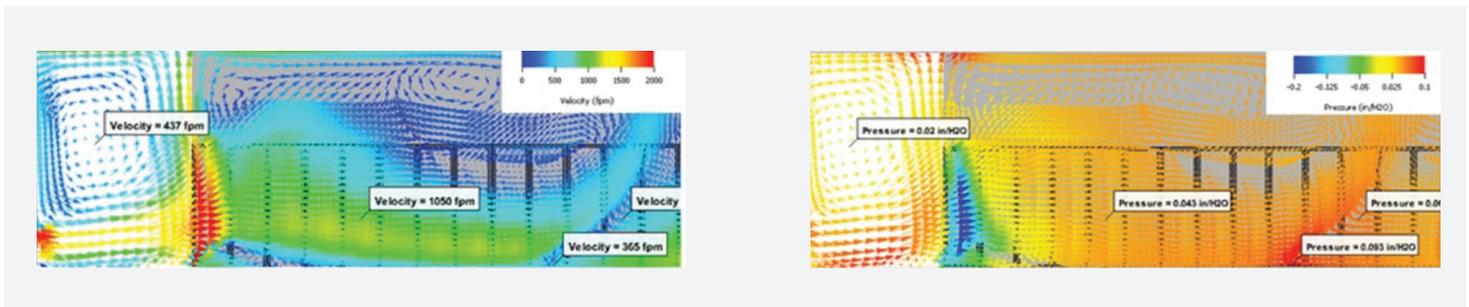


Figura 2. Unidades padrão de CRAH perimetrais a água gelada criam fluxos de ar de alta velocidade que resultam em pressões negativas na frente dos primeiros racks

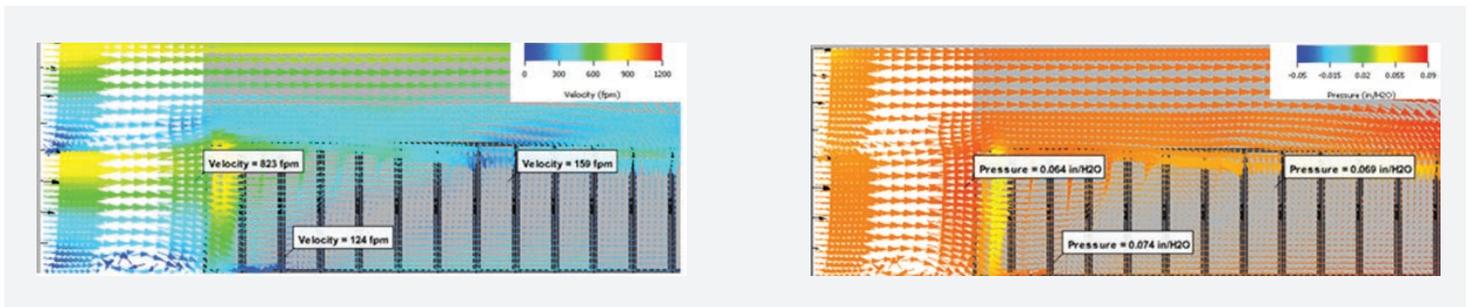


Figura 3. Unidades de água gelada para aplicações em pisos não elevados ajudam a reduzir as velocidades dos fluxos de ar para equilibrar as pressões ao longo da fila

Aplicações em pisos não elevados demandam maior expertise e maiores esforços na fase do desenho, especialmente para garantir o fluxo de ar e a distribuição de refrigeração certos para cada rack. Aplicações em piso elevado são menos desafiadoras pois os projetistas simplesmente precisam garantir que uma pressão positiva seja mantida sob o piso, ajustando a entrega do fluxo de ar com as grelhas no piso.

Aplicações em pisos não elevados também apresentam desafios ao implementar medições precisas do controle da pressão estática, principalmente porque o espaço a ser mensurado é significativamente maior. Por isso, a Vertiv, além de desenvolver os produtos certos para essa aplicação, também desenvolveu diversas funcionalidades por software.

Uma dessas funções pode usar a abordagem de controle do Delta T (ΔT) para refrigerar um data center sem piso elevado que apresente uma quantidade de benefícios comparados apenas em relação à pressão do ar. Usar a pressão do ar combinada com o ΔT , que mede a diferença entre as temperaturas do ar de retorno e do ar de fornecimento, dá um passo a mais e traz benefícios adicionais. O controle da pressão do ar pode ainda ser usado para possibilitar que as unidades de refrigeração proporcionem uma certa quantidade mínima de fluxo de ar enquanto permite que a velocidade do ventilador seja determinada pela temperatura.

A Vertiv está continuamente desenvolvendo novas soluções para atender a demanda para aplicações de piso elevado e de piso não elevado, com produtos de uso interno que entregam eficiência, densidade de refrigeração, confiabilidade e controle aprimorado.

Olhando para o Futuro: Refrigeração Líquida

Empresas em uma diversidade de setores estão se voltando para a inteligência artificial e outras aplicações com muito processamento para criar vantagens competitivas. Essas aplicações requerem plataformas computacionais de alta densidade, resultando em um desafio térmico que muda rapidamente a ser gerenciado pelos data centers.

Não há alternativas energeticamente eficientes à [refrigeração líquida](#) para algumas das aplicações empresariais de crescimento mais rápido, as quais se espera que os data centers com alta densidade de racks darão suporte. O processo de introduzir refrigeração líquida em um data center refrigerado a ar requer um planejamento e uma engenharia cuidadosos, mas as tecnologias e as melhores práticas estão hoje disponíveis para dar suporte a uma implementação bem-sucedida e com um mínimo de interrupção.

Ao introduzir racks de alta densidade, é necessário determinar com quanto da carga total de calor cada sistema irá lidar, quanta capacidade de refrigeração é necessária, a quantidade de capacidade a ser removida pelo sistema de refrigeração líquida e a capacidade de refrigeração a ar que precisa permanecer. As tecnologias a serem consideradas ao implementar um sistema de refrigeração líquida incluem trocadores de calor nas portas traseiras, refrigeração líquida direta no chip e refrigeração por imersão. A combinação de sistemas de água gelada e refrigeração líquida ajudam aos operadores de data centers obterem soluções térmicas sustentáveis para suas instalações críticas.

Benefícios dos Sistemas de Água Gelada

Há inúmeros benefícios que posicionam os sistemas de água gelada para que se tornem nos próximos anos as tecnologias de refrigeração mais usadas no mundo no espaço de data centers.

- **Sustentabilidade:** Uma nova era iniciou para a indústria de data centers, levando os operadores a buscar alternativas aos tradicionais refrigerantes de HFC. Alternativas que melhorem a eficiência geral do sistema e reduzam o consumo de energia. O sistema de água gelada é uma das primeiras tecnologias de refrigeração a incorporar refrigerantes de baixo GWP nas unidades de chillers. Além disso, esses sistemas podem alcançar valores de pPUE abaixo de 1,1 ao adotar as mais novas tecnologias disponíveis no mercado com uma otimização e integração do sistema de água gelada como um todo.
- **Design:** Diversos novos refrigerantes são inflamáveis ou parcialmente inflamáveis e isso precisa ser considerado na fase do design, especialmente quando o refrigerante for ser usado dentro do espaço branco ou em contato direto com o ar entregue aos equipamentos de TI. Por esse motivo, os sistemas de água gelada oferecem uma solução excelente,

já que são normalmente instalados em área externa, mantendo quaisquer refrigerantes inflamáveis longe do data center.

- **Flexibilidade:** Os sistemas de água gelada oferecem flexibilidade em termos de posicionamento da unidade de refrigeração externa pois eles não necessitam de uma configuração fixa e não há limites físicos (exceto o tamanho da bomba) para a proximidade das unidades.
- **Continuidade:** Se a tubulação da água gelada não tiver inércia térmica suficiente para proporcionar refrigeração durante uma falta de energia, tanques auxiliares de armazenamento de água gelada podem aumentar consideravelmente a reserva térmica de um data center. Quando os chillers param devido a uma falta de energia, a água dos tanques pode complementar o fornecimento de água gelada para manter o ambiente do data center suficientemente frio e com temperaturas de operação próximas das normais. Tanques de água gelada têm um custo inicial bem mais baixo do que outras abordagens. Com base nas dimensões do tanque, é possível calcular o tempo pelo qual um sistema mantém a refrigeração durante uma falta de energia.
- **Compatível com Alta Densidade:** No presente, a refrigeração líquida é um dos métodos mais eficientes para obter a refrigeração de alta densidade para algumas das aplicações empresariais de crescimento acelerado que se espera que os data centers venham a dar suporte. Embora existam data centers sendo desenvolvidos apenas com refrigeração líquida e existam alguns data centers sendo projetados para acomodar racks com refrigeração líquida no futuro, o cenário mais comum que os operadores enfrentam hoje é precisar integrar a refrigeração líquida em instalações existentes refrigeradas a ar que não têm a infraestrutura para dar suporte à refrigeração líquida. Ter um design com sistema de água gelada simplifica essa transição e oferece maior flexibilidade para combinar diferentes unidades internas para diferentes aplicações e densidades de TI.

Para mais informações sobre refrigeração líquida, leia o white paper da Vertiv [Entendendo as opções de refrigeração líquida para data centers e requisitos de infraestrutura](#).

Conclusões

Em um cenário de rápida expansão, o espaço de data centers não deverá ter apenas um contexto e os sistemas de água gelada Vertiv™ Liebert® para gerenciamento térmico garantem uma abordagem consistente globalmente. O sistema de água gelada pode ser perfeitamente adaptado para os requisitos de hoje do data center, obtendo benefícios imediatos ao mesmo tempo em que garante a flexibilidade para o futuro.

APÊNDICE: SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DE ÁGUA GELADA

A Vertiv analisou diversas estratégias de otimização para sistemas de água gelada para demonstrar o impacto que estas otimizações podem ter nos diferentes parâmetros analisados.

As simulações foram feitas em um data center de 15 MW com três data halls (5 MW cada), localizados em Londres, Madri e Dubai. O sistema de refrigeração a água gelada servindo a cada data hall é composto de:

- 5 chillers (N+1) – capacidade nominal de 1250 kW
- 28 unidades de CRAH (N+1) - 185 kW

A simulação considera que o data center esteja com 80% da carga máxima de TI (12 MW), já que esse valor representa uma condição de funcionamento importante para o atual data center. Todos os data halls também foram considerados com tendo o mesmo percentual de carga.

Consideramos cinco diferentes cenários:

Simulação de Água Gelada para Londres

A. Referência

Um sistema de água gelada trabalhando a uma temperatura de 10 a 15 C, composto por cinco chillers padrão e 28 unidades de CRAH, resultando em uma pPUE de 1,212.

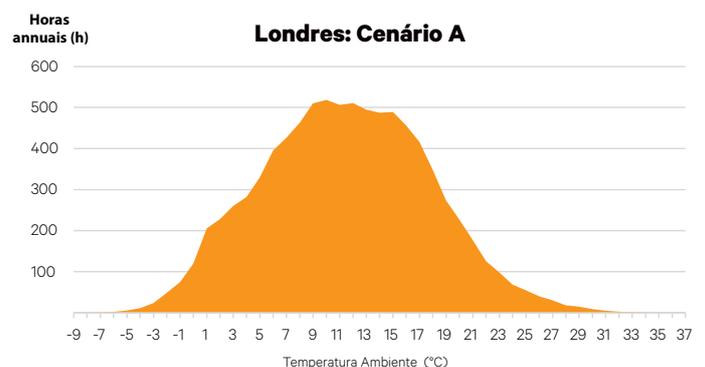


Figura 1. Perfil de Londres: Sistema Tradicional de Água Gelada

B. Aumento das temperaturas do ar e da água

Aumentar a temperatura da água do sistema de água gelada, operando de 10 a 15°C para 20 a 28°C e a temperatura do ar de retorno de 25 para 36°C, fornece uma temperatura do ar de fornecimento para o servidor abaixo de 25°C, o que está em conformidade com as recomendações da Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado (ASHRAE) enquanto introduzir um chiller de free-cooling ao invés de um chiller padrão reduz a pPUE de 1,212 para 1,114.

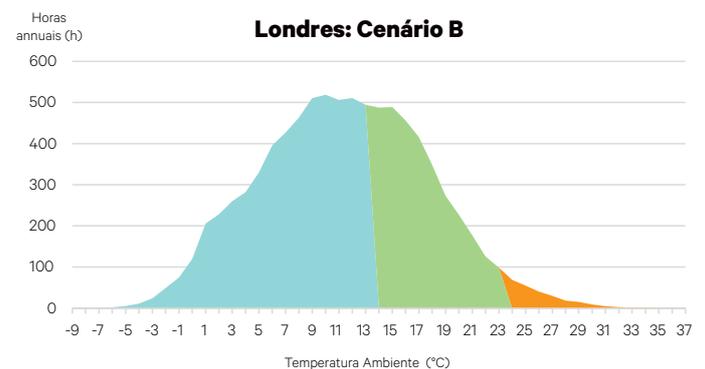


Figura 2. Perfil de Londres: Com temperaturas do ar e da água aumentadas

C. Otimização do controle do sistema de água gelada

Além da configuração B, um gerenciador de planta foi integrado para otimizar o controle da vazão de água e aproveitar o sistema de controle da água dinâmico, reduzindo o valor da pPUE ainda mais, de 1,114 para 1,100.

D. Tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP

Além da configuração C, um chiller de free-cooling com um compressor operado por inversor e refrigerante de baixo GWP foram acrescentados, reduzindo ainda mais o valor citado acima da pPUE, de 1,114 para 1,094.

E. Sistema Adiabático

Além da configuração D, ao acrescentar uma configuração adiabática aos cinco chillers, o sistema pode alcançar uma pPUE de 1,083, com maiores explicações na Figura 4.

A Figura 4 também ilustra que com o sistema adiabático, o sistema de água gelada nunca funciona completamente no modo de expansão direta, mas é capaz de fazê-lo em free-cooling ou no modo misto, melhorando, portanto, a eficiência total e reduzindo custos.

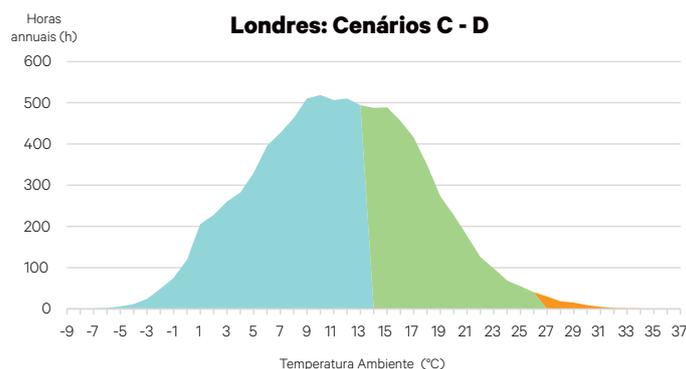


Figura 3. Perfil de Londres: Com o controle otimizado do sistema de água gelada, tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP

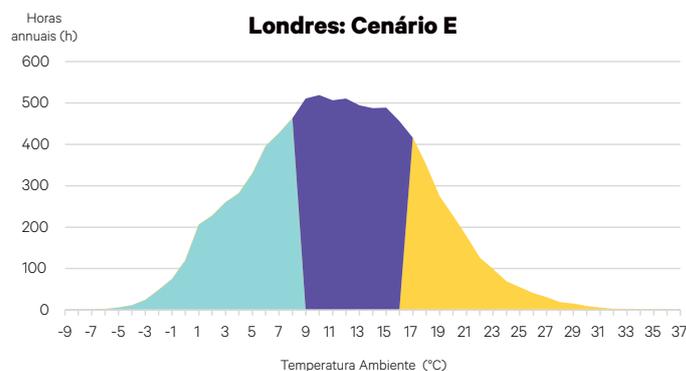


Figura 4. Perfil de Londres: Incluindo o sistema adiabático

Londres 12MW	pPUE	WUE [l/kWh]	TEWI (10y) - total ton de CO ₂			Horas de Freecooling [h]	FC + Modo Misto [h]
			Direto	Indireto	Total		
Referência	1.212	0.000	689	102277	102966	0	0
Aumento das temperaturas do ar e da água	1.114	0.000	344	55248	55592	5416	8515
Otimização do controle do sistema de água gelada	1.100	0.000	344	48493	48837	5416	8678
Tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP	1.094	0.000	1	45231	45231	5416	8678
Sistema Adiabático	1.082	0.162	1	39805	39805	6849	8760

Tabela 1. Perfil de Londres: Resumo do impacto que cada melhoria proporciona ao sistema de água gelada como um todo.

Simulação de Água Gelada para Madri



Figura 5. Perfil de Madri: Sistema Tradicional de Água Gelada

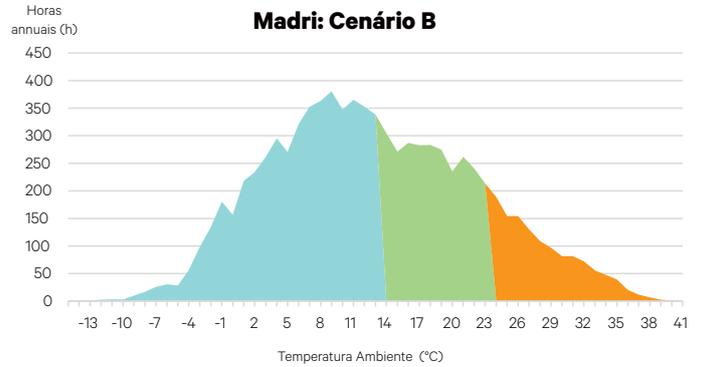


Figura 6. Perfil de Madri: Com temperaturas do ar e da água aumentadas

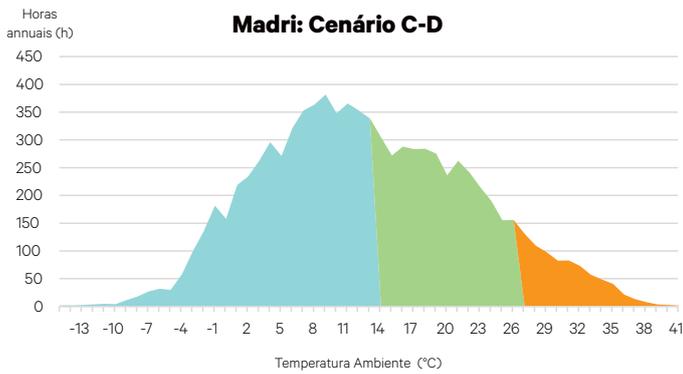


Figura 7. Perfil de Madri: Com o controle otimizado do sistema de água gelada, tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP

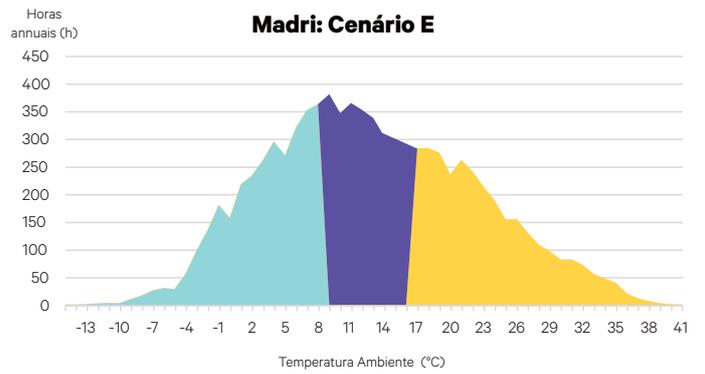


Figura 8. Perfil de Madri: Incluindo o sistema adiabático

Madri 12MW	pPUE	WUE [l/kWh]	TEWI (10a) - total ton de CO ₂			Horas de Freecooling [h]	FC + Modo Misto [h]
			Direto	Indireto	Total		
Referência	1.228	0.000	735	57461	58196	0	0
Aumentando as temperaturas do ar e da água	1.132	0.000	372	33268	33641	4851	7507
Otimização do controle do sistema de água gelada	1.119	0.000	372	30124	30496	4851	8005
Tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP	1.109	0.000	1	27537	27538	4851	8005
Sistema Adiabático	1.085	0.397	1	21529	21530	5715	8760

Tabela 2. Perfil de Madri: Resumo do impacto que cada melhoria proporciona ao sistema de água gelada como um todo.

Simulação de Água Gelada para Dubai

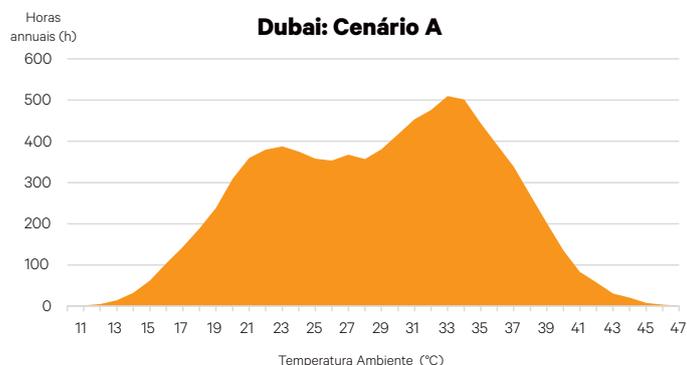


Figura 9. Perfil de Dubai: Sistema Tradicional de Água Gelada.

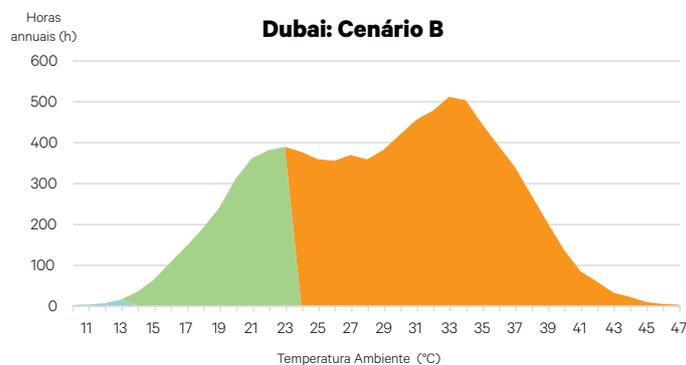


Figura 10. Perfil de Dubai: Com temperaturas do ar e da água aumentadas

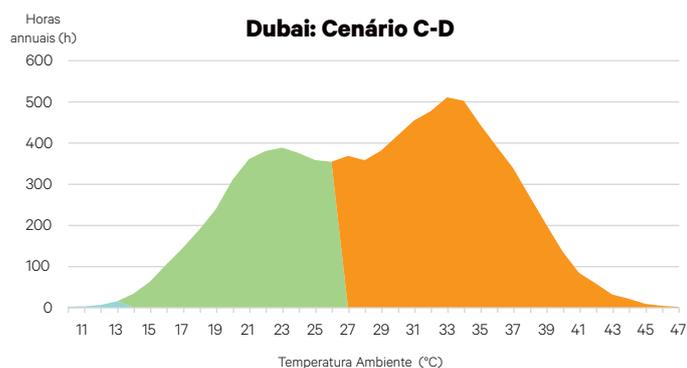


Figura 11. Perfil de Dubai: Com o controle otimizado do sistema de água gelada, tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP

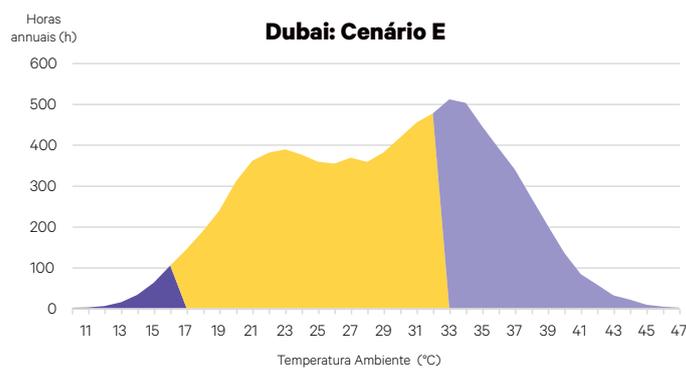


Figura 12. Perfil de Dubai: Incluindo o sistema adiabático

Dubai 12MW	pPUE	WUE [l/kWh]	TEWI (10a) - total ton de CO ₂			Horas de Freecooling [h]	FC + Modo Misto [h]
			Direto	Indireto	Total		
Referência	1.300	0.000	767	189298	190065	0	0
Aumentando as temperaturas do ar e da água	1.244	0.000	391	153606	153997	20	2226
Otimização do controle do sistema de água gelada	1.234	0.000	391	147674	148065	20	3312
Tecnologia do compressor aprimorada e refrigerante de baixo GWP	1.214	0.000	1	134765	134766	20	3312
Sistema Adiabático	1.174	0.988	1	109743	109743	218	5766

Tabela 3. Perfil de Dubai: Resumo do impacto que cada melhoria proporciona ao sistema de água gelada como um todo.

Legenda:

- DX = Refrigeração Mecânica
- FC = Freecooling
- MIX = Modo Misto
- A + DX = Adiabática + Refrigeração Mecânica
- A + FC = Adiabática + Freecooling
- A + MIX = Adiabática + Modo Misto

