



Uso do reaquecimento de gás quente para controle de umidade

O controle de umidade em edifícios é um componente essencial para o conforto dos ocupantes. Durante décadas, muitos edifícios dependiam simplesmente da desumidificação coincidente (ou “passiva”), que tentava manter a umidade do ambiente pelo controle ativo da temperatura ambiente. Isso significava que os sistemas eram controlados para manter a temperatura do bulbo seco do ambiente em um ponto de ajuste desejado e confiar que o fluxo resultante de ar fresco e seco seria suficiente para compensar as cargas latentes e sensíveis do ambiente.

Alguns edifícios requerem controle ativo de umidade devido às atividades ou propósitos dos ocupantes. Os exemplos incluem ambientes em que são realizados procedimentos médicos sensíveis à umidade, o armazenamento de obras de arte raras ou itens de importância histórica e ambientes como salas de jantar, academias, supermercados e outras aplicações dinâmicas com ocupação variável e/ou altas cargas de ar externo. Outra consideração é o gerenciamento da umidade e a necessidade de manter um ambiente seco para proteger a estrutura do edifício e o mobiliário contra os danos causados pela umidade que podem ocorrer com níveis consistentemente altos de umidade do ambiente.

O clima em algumas áreas levaria à necessidade de controle da umidade. As regras práticas tradicionais estão desatualizadas e devem ser revisadas de acordo com a aplicação específica.

O controle ativo para ligar/desligar a desumidificação com reaquecimento de gás quente está disponível comercialmente há muitos anos e se tornou um recurso popular para aplicações de desumidificação. Os avanços nas unidades de telhado tipo packaged oferecem ao designer maior flexibilidade: ventiladores de alimentação de velocidade variável, compressores de velocidade variável e reaquecimento de gás quente modulante, proporcionando mais controle em uma variedade mais ampla de aplicações que afetam o conforto.

Requisitos de umidade na norma 62.1 e 90.1

A Norma ASHRAE® 62.1 “Ventilação para qualidade aceitável do ar interno” discute há muito tempo os requisitos de umidade para ambientes ocupados. Antes da publicação de 2019, a norma prescrevia uma umidade relativa máxima do ambiente de 65% em uma condição específica de desumidificação do projeto.

Na revisão de 2019 da Norma 62.1, os requisitos de umidade do ambiente na seção 5.10 (seção 5.12 na Norma 62.1-2022) foram significativamente atualizados¹. Nessa publicação, e na publicação subsequente de 2022, é exigida uma temperatura máxima do ponto de orvalho do ambiente de 15,5 °C durante as horas ocupadas e desocupadas, sempre que a temperatura do ponto de orvalho do ar externo for 15,5 °C ou mais alta.

¹ No momento desta publicação, o tópico da umidade de ambientes internos ainda está sendo discutido pelo comitê do projeto da Norma 62.1.

Existem várias exceções ao requisito:

1. Espaços equipados com materiais, montagens, revestimentos e mobiliário que resistam ao crescimento microbiano.
2. O limite do ponto de orvalho não deverá se aplicar durante a noite, períodos desocupados que não excedam 12 horas, desde que a umidade relativa máxima do espaço não exceda 65%.

A Figura 1 ilustra a exceção 2 à Norma 62.1-2022. A região sombreada mostra onde a operação de umidade do ambiente é proibida, exceto durante os períodos noturnos com menos de 12 horas.

Consulte o Boletim dos Engenheiros “Atualização da Norma ASHRAE 62.1” para obter mais detalhes sobre o requisito de umidade máxima do ambiente.

Figura 1. Limite máximo de temperatura do ponto de orvalho interno

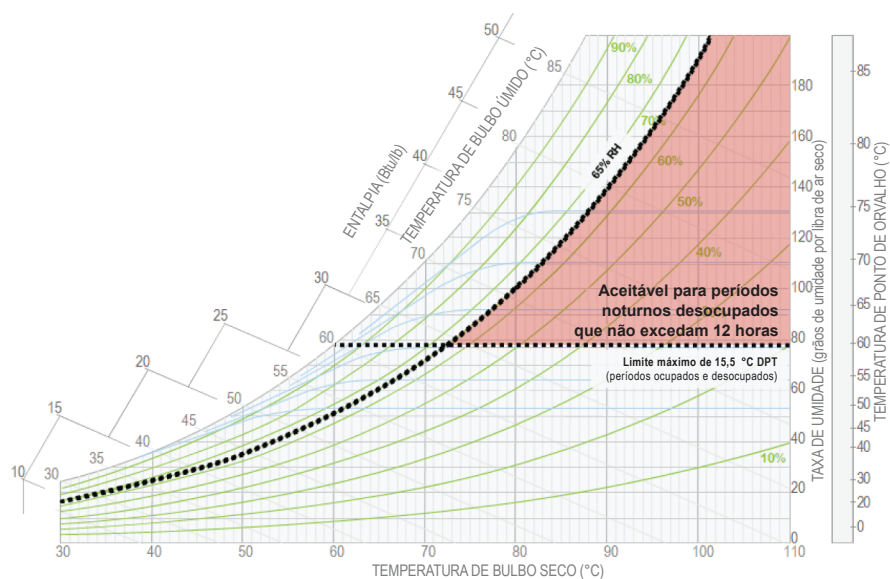
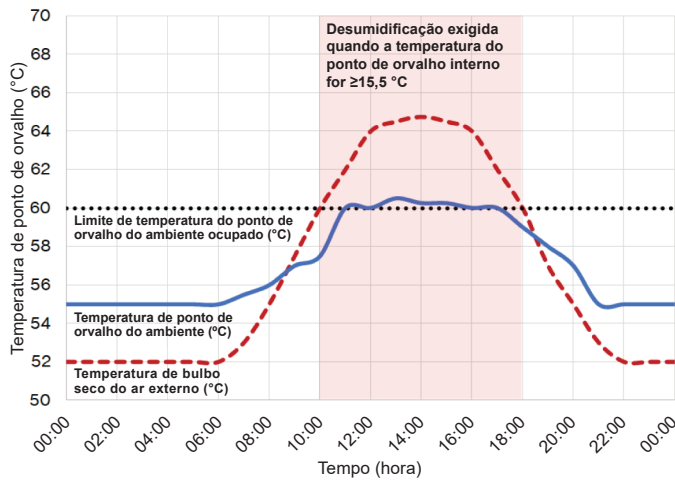


Figura 2. Exemplo de umidade do ambiente quando a desumidificação é exigida



Esse requisito atualizado significa que vários sistemas exigirão controle ativo de umidade e não poderão simplesmente depender da desumidificação passiva para atender ao objetivo da norma. A Figura 2 ilustra um exemplo disso. A região sombreada mostra quando o sistema deve ser capaz de fornecer desumidificação porque a temperatura do ponto de orvalho do ar externo é superior a 15,5 °C. O sistema deve fornecer desumidificação para evitar que a temperatura do ponto de orvalho interno exceda 15,5 °C.

A Norma ASHRAE® 90.1-2019 e -2022 inclui requisitos obrigatórios que evitam que os controles umidostáticos reduzam o nível de umidade abaixo de 12,7 °C do ponto de orvalho ou 60% de UR no ambiente mais frio (seção 6.4.3.6). Existem várias exceções aos sistemas isentos que atendem a ambientes com necessidades específicas de umidade, como museus ou hospitais. Há também uma nota informativa explicando que níveis mais baixos de umidade serão permitidos se resultarem do resfriamento mecânico para controle de temperatura do ambiente.

A norma também inclui requisitos prescritivos que limitam o uso de reaquecimento para controle de umidade (seção 6.5.2.3). Existem diversas exceções que cobrem uma variedade de aplicações de reaquecimento permitidas:

- Exceção 1: sistemas de volume de ar variável que reaquecem 50% ou menos da taxa de fluxo de ar projetada ou da taxa mínima de fluxo de ar externo exigida pela Norma 62.1 para atender aos requisitos de ventilação.
- Exceção 2: sistemas exclusivos e tipos de ambientes que têm requisitos específicos de desumidificação (por exemplo, museus, salas de cirurgia, farmácias).
- Exceção 3: pelo menos 90% da energia de reaquecimento anual provém da energia recuperada no local, que inclui calor do condensador (que por sua vez inclui reaquecimento de gás quente).

Controle de umidade em um sistema de expansão direta de ambiente único

Um sistema de ambiente único é projetado para manter o conforto em um ambiente térmico. Exemplos comuns de equipamentos usados em um sistema de ambiente único incluem aparelhos de ar-condicionado terminais embalados, ventiladores de unidade, serpentinas de ventilador, bombas de calor de fonte de água, unidades terminais individuais de fluxo de refrigerante variável e unidades de telhado tipo packaged. O foco deste Boletim dos Engenheiros são as unidades de telhado tipo packaged. No ambiente ocupado, um sensor de ambiente compara a temperatura do bulbo seco do ar com um ponto de ajuste. O controlador da unidade usa essa informação para modular a capacidade de resfriamento do sistema para manter a temperatura do ambiente. O ventilador de alimentação pode ter volume constante, fornecendo sempre a mesma quantidade de ar condicionado ao ambiente. Como alternativa, um ventilador de duas velocidades ou um acionador de velocidade variável pode ser usado para variar a quantidade de ar condicionado que flui para o ambiente.

Figura 4. Gráfico psicrométrico do ambiente único de carga total e volume constante

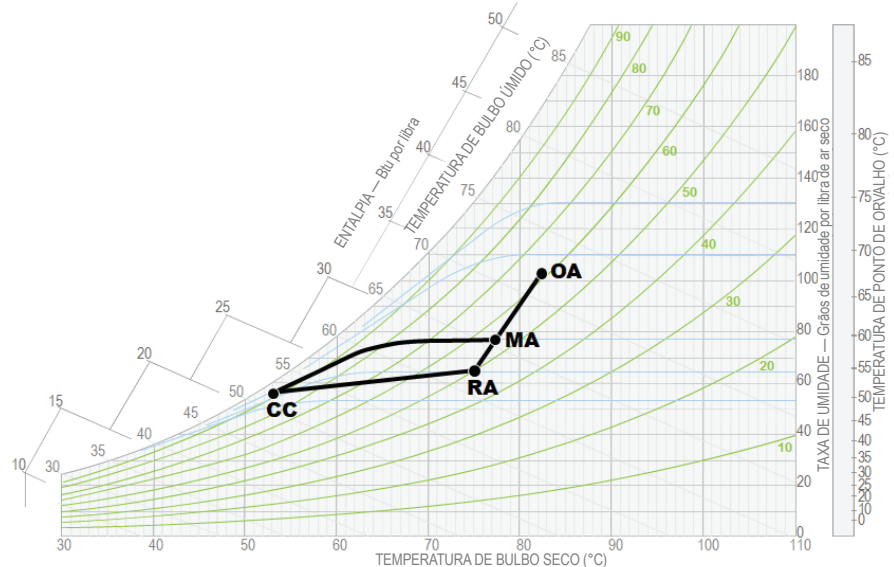
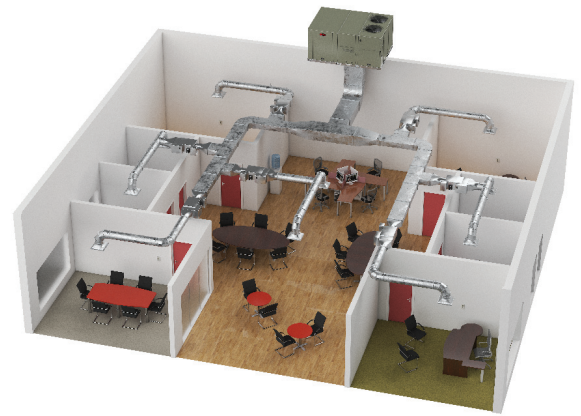


Figura 3. Sistema de múltiplos ambientes

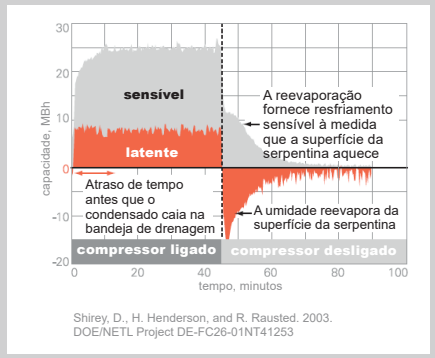


A Figura 4 mostra a operação de resfriamento, em que o sistema mistura o ar externo (AE) para a ventilação [(temperatura de bulbo seco (DBT) de 35 °C/temperatura de bulbo úmido (WBT) de 25,5 °C] com ar de retorno recirculado (RA, DBT de 23,8 °C)/50% de umidade relativa). A mistura de ar (MA) passa por um evaporador (serpentina de resfriamento), em que é sensivelmente resfriada e desumidificada a 11,1 °C DBT (CC). Esse ar resfriado é então fornecido para o ambiente, onde absorve calor e umidade sensíveis, mantendo a temperatura desejada de bulbo seco do ambiente no ponto de ajuste de 23,8 °C com uma umidade relativa do ambiente resultante de 50% (o que equivale a um ponto de orvalho de 12,7 °C). Na carga completa, a temperatura e a umidade de ambiente são atendidas. Na carga parcial, quando a carga total é reduzida, o sistema deve alterar a operação para garantir que o ponto de ajuste da temperatura de ambiente seja mantido.

Ciclagem da unidade e níveis de umidade do ambiente resultantes

As pesquisas mostraram como o desempenho da desumidificação é afetado quando os sistemas de expansão direta desligam a operação do compressor, conforme mostrado na Figura 5. Quando o compressor dá partida, a superfície da serpentina do evaporador torna-se fria o suficiente para fornecer capacidade sensível de resfriamento e desumidificação (latente). Depois que o compressor é desligado, ocorre uma rápida redução da capacidade de resfriamento sensível. Ao mesmo tempo, a capacidade latente se torna negativa, indicando que a umidade na superfície da serpentina está reevaporando no fluxo de ar da alimentação. Quando o compressor é desligado, o sistema adiciona umidade de volta ao ambiente.

Figura 5. Desumidificação na carga parcial (compressor cíclico, ventilador de volume constante)



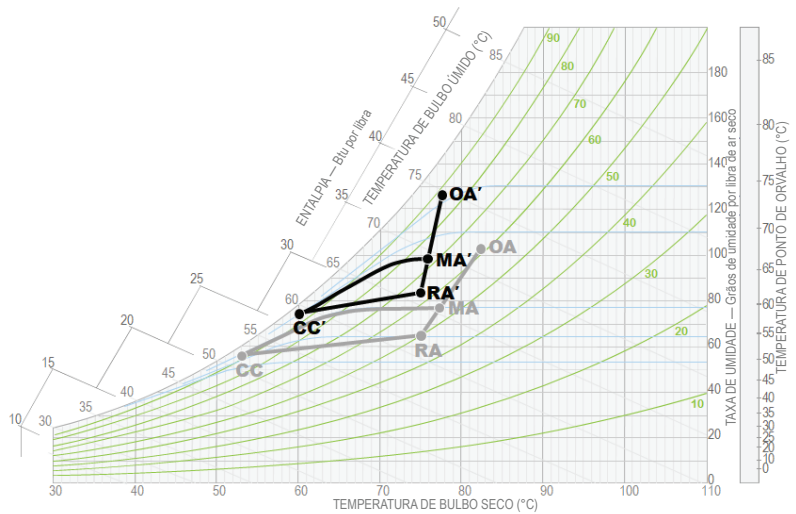
Operação com carga parcial: sistemas de volume constante de ambiente único

O sistema de volume constante de ambiente único fornece a mesma quantidade de ar, independentemente de qualquer alteração na carga do ambiente. Portanto, durante períodos de carga reduzida, o sistema deve fornecer ar de alimentação mais quente para evitar que o ambiente seja excessivamente resfriado. Para esse fim, um sistema de expansão direta (DX) liga e desliga o(s) compressor(es) para manter a temperatura do ambiente.

Quando a temperatura do ponto de ajuste do ambiente é atingida, o(s) compressor(es) faz(em) o ciclo de desligamento, mas o ventilador de alimentação tipicamente permanece ligado para continuar a fornecer ar de alimentação e atender às necessidades de ventilação. Se as condições do ar externo forem amenas, mas carregadas de umidade, as cargas do ambiente serão afetadas, resultando no aumento da umidade do ambiente.

A Figura 6 mostra o mesmo sistema de volume constante operando na carga parcial. O clima de desumidificação do projeto é usado nessa análise porque usa uma temperatura de ponto de orvalho do projeto mais extrema, em comparação com o clima do projeto do resfriamento. Para obter mais informações sobre esse clima, consulte a barra lateral "Qual clima devo usar para a análise?"

Figura 6. Plotagem psicrométrica do ambiente único de carga parcial e volume constante



Qual clima devo usar para a análise?

Projeto de resfriamento versus clima de desumidificação do projeto.

A ASHRAE® fornece clima de projeto para muitos locais em todo o mundo, em seu manual de Fundamentos.

Exemplos:

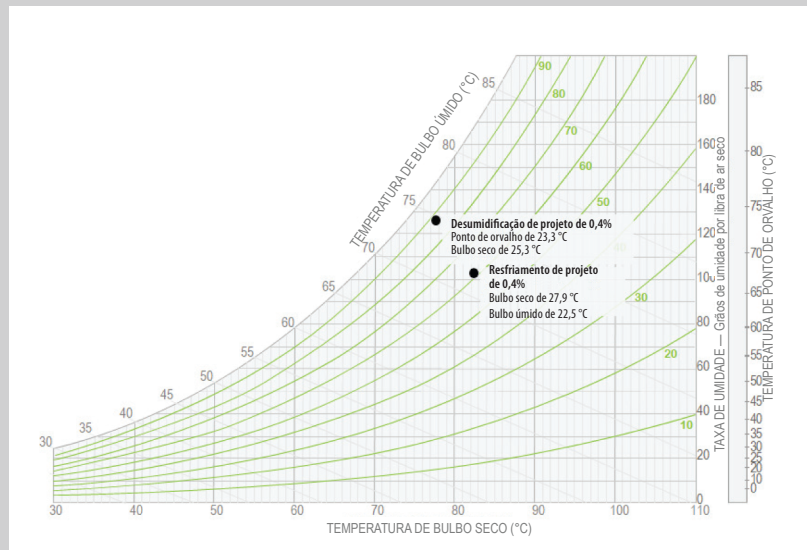
- Condições do projeto de aquecimento
- Condições do projeto de umidificação
- Condições do projeto de resfriamento
- Condições do projeto de desumidificação

Para uma análise do projeto de resfriamento, os designers podem escolher entre condições de bulbo seco de resfriamento de 0,4%, 1% ou 2% e condições de bulbo úmido coincidentes com a média. A porcentagem é correlacionada ao número de horas, expresso em porcentagem, que excede o valor do projeto. Por exemplo, condições de projeto em 0,4% significa que se espera que o clima real exceda o valor de projeto em 35 horas por ano.

Para uma análise de desumidificação, os designers podem escolher o clima de desumidificação do projeto que identifica as condições quando a temperatura do ponto de orvalho externo está mais alta. Esse clima permite ao designer escolher entre 0,4%, 1% ou 2% de ponto de orvalho de desumidificação e condições médias de bulbo seco coincidentes. Frequentemente, o clima de resfriamento e o de desumidificação do projeto ocorrem em momentos e meses diferentes, o que significa que uma análise de projeto forneceria diferentes cargas solares e de condução.

Para ilustrar, as condições de resfriamento e de desumidificação do projeto foram plotadas em um gráfico psicrométrico para Hilo, Havaí, na Figura 7.

Figura 7. Condições do clima de resfriamento e de umidificação do projeto em Hilo, Havaí



O ar externo (AE) se mistura com o ar de retorno (AR); essa mistura (MA) passa então pelo evaporador. Na carga parcial, essa mistura de ar é resfriada apenas até 15,5 °C DBT (CC), em comparação com 11,1 °C DBT na carga completa. Embora essa temperatura do ar de alimentação elevada seja suficiente para atender à carga de resfriamento sensível reduzida, o ar que sai da unidade (CC) só foi desumidificado a uma temperatura de ponto de orvalho de 14,4 °C em comparação com 10,5 °C no projeto. Como resultado, a capacidade do ar de alimentação para compensar a carga latente no ambiente é reduzida, e a umidade do ambiente resultante na carga parcial é de 64% em comparação com 50% na carga completa.

Operação com carga parcial: sistemas de volume variável de ambiente único

O sistema de volume de ar variável (VAV) de ambiente único modula o fluxo do ar condicionado para manter a temperatura de bulbo seco do ambiente. Portanto, durante períodos de carga reduzida, o sistema reduz a velocidade do ventilador de alimentação e a taxa de fluxo de ar correspondente para fornecer ar suficiente para manter a temperatura do ambiente.

Os sistemas geralmente têm um fluxo de ar mínimo determinado pelos requisitos de ventilação ou por uma limitação mecânica, como a velocidade mínima do ventilador. Algumas unidades podem aumentar o ponto de ajuste da temperatura do ar de descarga quando a velocidade mínima do ventilador é atingida para evitar o resfriamento excessivo do ambiente — consulte a Figura 8 para obter um exemplo de controle do ventilador VAV de ambiente único.

Comparado ao sistema de volume constante de ambiente único, um sistema VAV de ambiente único tipicamente produz níveis mais baixos de umidade no ambiente de carga parcial porque o ar de alimentação é desumidificado a uma temperatura de ponto de orvalho menor que a do sistema de volume constante. A Figura 9 mostra um exemplo de sistema VAV de ambiente único operando em carga parcial. Na carga parcial, esse sistema mantém a umidade relativa em 56% no ambiente, em comparação com 50% na carga total.

Figura 8. Controle do ponto de ajuste da velocidade do ventilador e da temperatura do ar de descarga para um sistema VAV de ambiente único

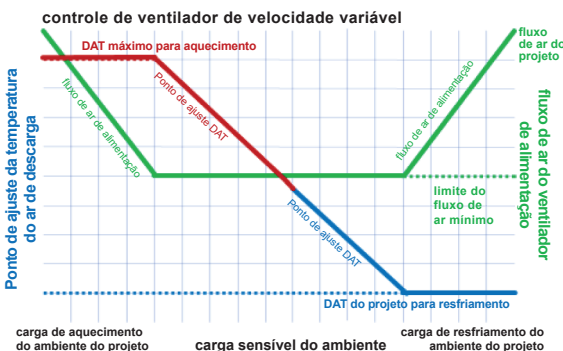
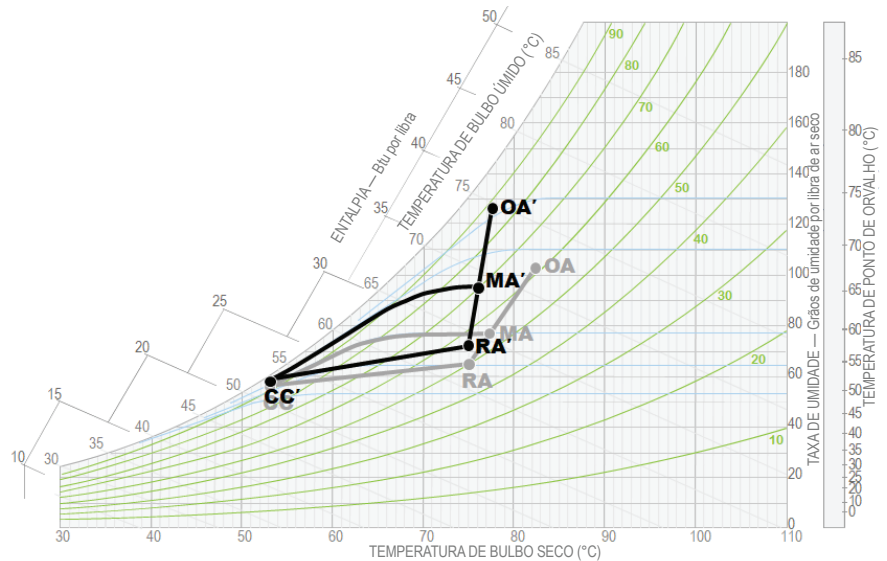


Figura 9. Plotagem psicrométrica do ambiente único de carga parcial



Resfriamento e reaquecimento

As configurações do sistema discutidas anteriormente dependem da desumidificação coincidente. Quando o ar passa pela serpentina de resfriamento para ser resfriado, a desumidificação é um subproduto do processo de resfriamento. Adicionar um sensor de umidade ao ambiente e uma fonte de calor a jusante da serpentina de resfriamento da unidade permite controlar diretamente a umidade e a temperatura.

Quando a umidade no ambiente excede um limite predeterminado, a capacidade da serpentina de resfriamento é aumentada para desumidificar o ar de alimentação. A serpentina de aquecimento a jusante reaquece o ar de alimentação para evitar o resfriamento excessivo.

Durante os períodos de carga parcial, esse método de sub-resfriamento garante que o ar de alimentação possa ser suficientemente desumidificado nas condições de carga parcial, quando o sistema precisa fornecer ar de descarga mais quente para evitar o resfriamento excessivo do ambiente. Isso significa que o sistema pode fornecer melhor desempenho de desumidificação na carga parcial. Na Figura 10, uma serpentina de reaquecimento foi adicionada ao exemplo de ambiente único e volume constante. A umidade relativa do ambiente resultante é de 50% com reaquecimento, em comparação com 64% sem reaquecimento nas mesmas condições de carga parcial. Como resultado, o sistema com serpentina de reaquecimento pode manter melhor a umidade do ambiente. Da mesma forma, a Figura 11 ilustra uma serpentina de reaquecimento adicionada ao sistema VAV de ambiente único. Novamente, a umidade relativa do ambiente pode ser mantida em 50% com reaquecimento.

Figura 10. Plotagem psicrométrica do reaquecimento a frio do ambiente único de volume constante

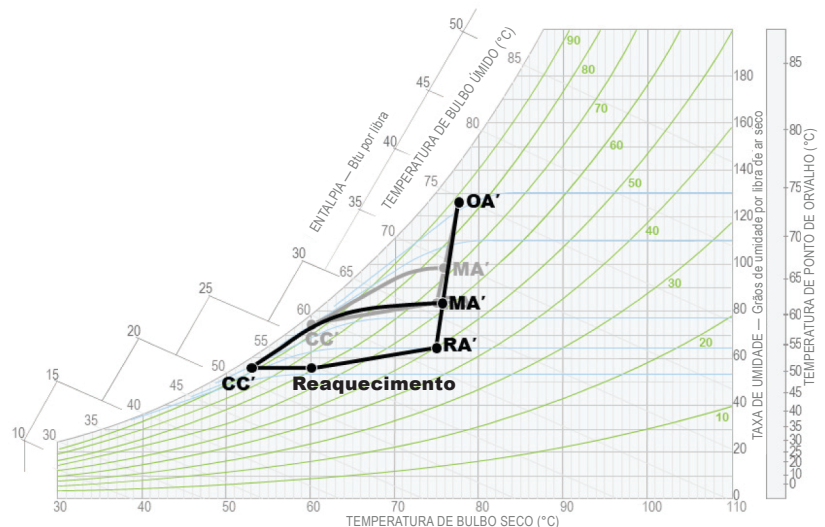
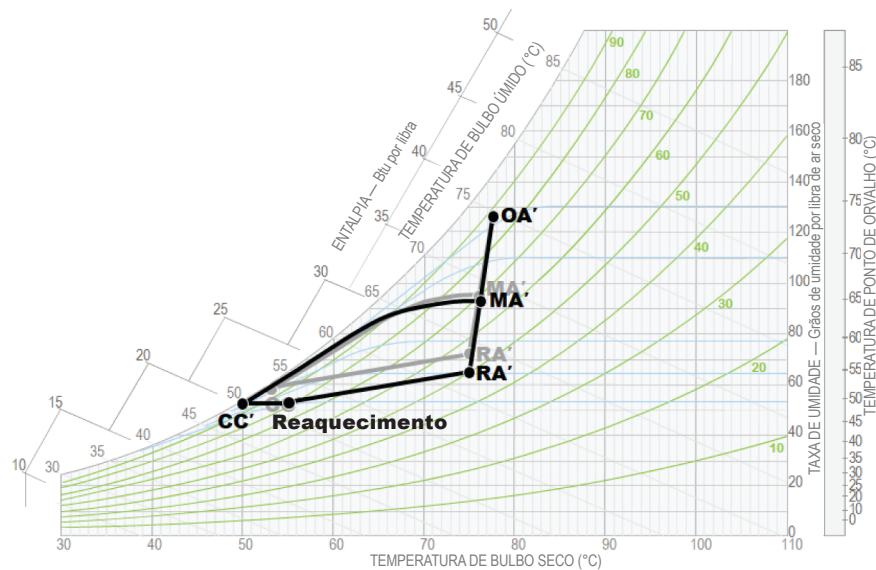


Figura 11. Plotagem psicrométrica do reaquecimento a frio do VAV de ambiente único



A Tabela 1 mostra um resumo das análises psicrométricas do VAV de ambiente constante e único. A tabela mostra que cada sistema pode manter o ponto de ajuste da temperatura de bulbo seco do ambiente — o sensor do ambiente está sempre satisfeito sob essas condições de carga. No entanto, a umidade relativa do ambiente e a temperatura do ponto de orvalho mudam com base no tipo e na operação do sistema. Adicionar reaquecimento permite que o sistema sub-resfrie o ar de alimentação e mantenha melhores condições de umidade relativa do espaço e temperatura do ponto de orvalho.

Tabela 1. Comparação dos sistemas de ambiente único de volume constante e de ambiente único de volume de ar variável no projeto e na carga parcial

	Projeto	Carga parcial			
	Ambiente único de volume constante e VAV de ambiente único	Ambiente único de volume constante	Ambiente único de volume constante com reaquecimento de gás quente	VAV de ambiente único	VAV de ambiente único com reaquecimento de gás quente
Clima do projeto	Resfriamento de projeto de 0,4%	Desumidificação de projeto de 0,4%			
Condições do ar que sai da serpentina de resfriamento)	11,6 °C DBT	15,5 °C DBT	11,6 °C DBT	11,6 °C DBT	9,44 °C DBT
Temperatura de bulbo seco do ambiente resultante	23,8 °C	23,8 °C	23,8 °C	23,8 °C	23,8 °C
Umidade relativa do ambiente resultante	50%	64%	50%	56%	50%
Temperatura do ponto de orvalho do ambiente resultante	12,7 °C	16,6 °C	12,7 °C	14,4 °C	12,7 °C
fluxo de ar do ventilador de alimentação	5.000 cfm	5.000 cfm	5.000 cfm	3.515 cfm	3.515 cfm
Carga da serpentina de resfriamento	17 toneladas	14 toneladas	19 toneladas	15 toneladas	16 toneladas
Carga de reaquecimento			38 MBh		22 MBh

Controle de umidade em um sistema VAV de ambientes múltiplos

Um sistema VAV de ambientes múltiplos é projetado para compensar as cargas em duas ou mais ambientes térmicos. Os sistemas tipicamente consistem em um ar condicionado de telhado tipo packaged que atende a múltiplos ambientes controlados individualmente. Cada ambiente tem uma unidade terminal VAV que varia a quantidade de ar condicionado fornecido, a fim de manter a temperatura desejada do ambiente. A unidade de telhado é controlada para manter um ponto de ajuste da temperatura do ar de descarga. O ponto de ajuste da temperatura do ar de descarga é frequentemente mantido igual ou menor que 12,7 °C para garantir que as cargas variáveis dos ambientes múltiplos térmicos possam ser compensadas. Os sistemas são tipicamente dimensionados com base nas condições do projeto da ASHRAE®. Os sistemas podem ser superdimensionados durante a maior parte das horas operacionais por ano devido às suposições de projeto (clima, cargas internas variáveis), o que torna a desumidificação ativa com reaquecimento de gás quente uma opção viável para manter a temperatura do ambiente e o conforto da umidade.

As unidades terminais VAV são equipadas com um amortecedor para modular o fluxo de ar frio da unidade de telhado e podem incluir uma fonte de calor, como um aquecedor elétrico ou uma serpentina de água quente. A caixa VAV individual ativa essa fonte local de calor para reaquecer o ar frio de alimentação quando necessário, para evitar o resfriamento excessivo do ambiente ou para fornecer ar quente ao ambiente quando ele precisar de calor.

Em condições de carga parcial, o sistema continua a fornecer ar frio para compensar as cargas do ambiente. A caixa do VAV modula seu amortecedor para reduzir o fornecimento de ar condicionado, a fim de garantir que a temperatura do ambiente seja mantida e que não haja resfriamento excessivo. Quando os amortecedores da caixa VAV atingirem seu ponto mínimo, o reaquecimento será utilizado para garantir que os ambientes não sejam excessivamente resfriados.

Os sistemas VAV com aquecimento terminal tipicamente trabalham efetivamente em manter os níveis de umidade interna para a maioria das aplicações de resfriamento de conforto porque o sistema fornece ar fresco e seco nas condições de carga total e parcial. Além disso, as seguintes estratégias podem ser utilizadas para garantir uma desumidificação adequada:

- **Evitar a redefinição da temperatura do ar de descarga durante o clima úmido.**
Esse esquema de controle foi projetado para redefinir o ponto de ajuste da temperatura do ar de descarga da unidade de telhado para cima durante o clima ameno, a fim de aumentar a duração da economia do lado ar e reduzir o uso de energia do compressor. Um ponto de ajuste de temperatura do ar de descarga mais quente significa que a serpentina de resfriamento do sistema desumidifica menos o ar, o que tipicamente resulta em níveis mais altos de umidade nos ambientes.
- **Pensar em equipar as unidades terminais VAV com calor.** A unidade de telhado pode continuar a desumidificar o ar para um ponto de ajuste de temperatura do ar de descarga mais baixo e uma temperatura de ponto de orvalho mais baixa, mesmo em condições de carga parcial quando está úmido no exterior. O calor na unidade terminal VAV pode ser usado para reaquecer o ar de alimentação frio conforme necessário para evitar o resfriamento excessivo do ambiente.

Reaquecimento de gás quente

O calor gerado pelo ciclo de refrigeração por compressão de vapor pode ser recuperado do equipamento de expansão direta, em vez de ser rejeitado para o ambiente. Para isso, tipicamente uma serpentina de reaquecimento de gás quente é colocada a jusante do evaporador da unidade (Figura 12). O refrigerante quente do compressor é direcionado por meio de uma válvula para a serpentina de reaquecimento de gás quente para reaquecer a corrente de ar. O calor é transferido do vapor refrigerante quente para o ar de alimentação resfriado e desumidificado. O vapor refrigerante resfriado continua sua jornada até a serpentina do condensador da unidade para a rejeição de calor.

O reaquecimento de gás quente permite que o sistema desumidifique o ar de alimentação até uma temperatura de ponto de orvalho suficiente para a desumidificação e, em seguida, reaqueça o ar sem o uso de nova energia adicional, como calor de combustível fóssil ou calor elétrico. O uso de novas energias pode ser proibido por normas ou códigos.

Reaquecimento de gás quente em estágios

Unidades equipadas com reaquecimento de gás quente em estágios fazem o ciclo do fluxo de refrigerante quente para a serpentina de reaquecimento de gás quente. Geralmente, todo o gás refrigerante quente, ou a maior parte dele, é enviado para a serpentina de reaquecimento de gás quente para fornecer reaquecimento. Como resultado, a temperatura do ar de descarga da unidade flutua. Alguns controles da unidade monitorarão a temperatura do ambiente durante a operação de reaquecimento de gás quente. Quando a temperatura de bulbo seco do ambiente exceder um limite predeterminado, como 23,8 °C, o reaquecimento de gás quente será interrompido e a unidade retornará a operação normal de resfriamento para garantir que não haja superaquecimento.

Embora isso geralmente forneça controle suficiente de umidade e temperatura, alternar entre os modos pode resultar em flutuações de temperatura e umidade.

Figura 12. Exemplo de unidade de telhado tipo packaged com reaquecimento de gás quente



Modulação do reaquecimento de gás quente

O reaquecimento de gás quente modulante usa uma válvula de três vias para modular o fluxo de refrigerante quente para a serpentina de reaquecimento de gás quente. Isso permite que a unidade mantenha uma temperatura do ar de descarga mais consistente em um ponto de ajuste predeterminado, regulando o fluxo de refrigerante quente do compressor.

Reaquecimento de gás quente em um sistema de ambiente único

Em um sistema de ambiente único, quando a desumidificação é necessária, o evaporador (serpentina de resfriamento) desumidifica o ar de alimentação a uma temperatura de ponto de orvalho suficientemente baixa e a serpentina de reaquecimento do gás quente tempera o ar de alimentação frio e seco, a fim de evitar o resfriamento excessivo do ambiente.

Se estiver equipado com reaquecimento de gás quente modulante, o sistema desumidificará o ar que sai da serpentina do evaporador e depois reaquecerá até um ponto de ajuste de temperatura do ar de descarga calculado. Esse ponto de ajuste pode ser redefinido periodicamente para corresponder aos requisitos de carga do ambiente.

Reaquecimento de gás quente em um sistema de ambientes múltiplos

Em um sistema VAV de ambientes múltiplos, o reaquecimento do gás quente pode não ser necessário porque a unidade de telhado tipicamente desumidifica o ar a uma temperatura de ponto de orvalho baixa, tanto na carga total quanto na carga parcial. Tipicamente, existem vários métodos que podem ser usados para lidar com a alta umidade do ambiente:

- **Aumentar o fluxo de ar condicionado seco para o ambiente.** Aumente temporariamente a alimentação de ar seco forçando a abertura do amortecedor VAV. Isso aumentará o fluxo de ar condicionado seco da unidade de telhado. Como resultado, o ventilador de telhado aumentará sua velocidade operacional. Para evitar o resfriamento excessivo do ambiente, essa unidade terminal VAV pode ativar sua serpentina de reaquecimento.

- **Para unidade de telhado sem reaquecimento de gás quente: redefina o ponto de ajuste da temperatura do ar de descarga da unidade de telhado para baixo.** Os controles podem redefinir temporariamente o ponto de ajuste da temperatura do ar de descarga da unidade de telhado para baixo para aumentar a desumidificação do ar de alimentação, fornecendo ar a uma temperatura de ponto de orvalho mais baixa. A quantidade inteira do ar de alimentação será desumidificada, resultando em uma temperatura de bulbo seco do ar de alimentação mais fria. Como resultado, as caixas VAV podem fechar seus amortecedores para restringir o fluxo de ar e manter a temperatura do ambiente. Isso resultará em mais energia do compressor para desumidificar toda a quantidade do ar de alimentação. Energia de reaquecimento adicional pode ser usada para evitar resfriamento excessivo.
- **Para unidades de telhado com reaquecimento de gás quente: redefina o evaporador da unidade de telhado que sai do ponto de ajuste da temperatura do ar para baixo.** Os controles podem redefinir temporariamente o ponto de ajuste da temperatura do ar de saída do evaporador da unidade de telhado para baixo, a fim de aumentar a desumidificação do ar de alimentação. O reaquecimento de gás quente é então usado para reaquecer o ar até o ponto de ajuste padrão da temperatura do ar de descarga. Isso resultará em mais energia do compressor para desumidificar toda a quantidade do ar de alimentação e pouco ou nenhum impacto na energia de reaquecimento do ventilador ou no nível do ambiente.

Algumas aplicações de ambientes múltiplos podem se beneficiar com o reaquecimento de gás quente para melhorar o desempenho da desumidificação. Se o nível de umidade em um ambiente aumentar além do desejado, o controlador da unidade poderá diminuir a temperatura do ar que sai do evaporador para aumentar a desumidificação. Isso permite que o evaporador remova mais umidade do ar. O reaquecimento de gás quente modulante é então usado para temperar (reaquecer) o ar de volta até o ponto de ajuste desejado da temperatura do ar de descarga. Por exemplo, durante o modo de resfriamento, a unidade pode descarregar ar a 12,7 °C. Durante o modo de desumidificação, o ponto de ajuste da temperatura de saída do evaporador pode ser redefinido para baixo, de 12,7 °C para 10 °C. O reaquecimento modulante do gás quente reaquece o ar frio e desumidificado de 10 °C a 12,7 °C. Os aquecedores da unidade terminal VAV podem então ser usados para fornecer reaquecimento adicional do ambiente para manter a temperatura.

Modelagem de carga e energia

Os designers têm acesso a ferramentas robustas que podem ser usadas para modelar edifícios e respectivos sistemas de HVAC. Muitas dessas ferramentas podem simular o uso de desumidificação e reaquecimento de gás quente e fornecer dimensionamento da carga dos componentes e custos estimados de energia. As ferramentas podem ser usadas para avaliar edifícios e sistemas usando o projeto de resfriamento e de clima de desumidificação (consulte a barra lateral “Qual clima devo usar para a análise?”). Além disso, uma análise completa de 8.760 horas pode ajudar a prever os níveis de umidade do ambiente.

Os designers devem ter cuidado ao simular o sistema para garantir que o equipamento seja dimensionado adequadamente. Frequentemente, o uso de reaquecimento de gás quente custará mais em energia anual, mas os benefícios costumam superar o custo adicional de energia devido à capacidade de controlar ativamente a umidade, manter o conforto do ambiente e reduzir o potencial de danos relacionados à umidade.

Junte-se a nós em 2023 para obter mais programas informativos do **ENGINEERS NEWSLETTER LIVE!**

MARÇO

Projeto modular de central de água gelada — agora disponível online!

MAIO

Controle de pressão predial

SETEMBRO

Descarbonização predial (eletrificação) para sistemas hidráulicos

NOVEMBRO

Recuperação de energia ar-ar de última geração

Entre em contato com o escritório local da Trane para obter mais informações ou acesse www.Trane.com/ENL.

Confira os programas mais recentes, agora disponíveis **SOB DEMANDA, PERMANENTEMENTE**

Aplicação de VRF em uma solução de edifício completa Parte II.

Agora disponível online

Descarbonização de sistemas HVAC Parte II. Agora disponível online

Projeto para sistema de bomba de calor ar-água.

Eletrificação de resfriamento e aquecimento com armazenamento de energia térmica

Visite o Trane Education Center e ganhe créditos PDH.

Conclusão

As capacidades de desumidificação do sistema continuarão a cumprir uma função cada vez mais importante nos sistemas de ar condicionado. As versões mais recentes da Norma 62.1 agora exigem controle ativo da umidade interna em uma variedade de climas, quando há umidade externa. O reaquecimento de gás quente modulante pode ser usado efetivamente para manter o controle da temperatura do ambiente durante a desumidificação, a fim de manter a temperatura do ponto de orvalho do ambiente interno abaixo do limite desejado.

Elaborado por Eric Sturm e Greg DuChane, Trane. Para assinar ou ver edições anteriores do Boletim dos Engenheiros, acesse trane.com. Envie seus comentários para ENL@trane.com.

Bibliografia

- ASHRAE. Standard 62.1-2019, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta: ASHRAE. 2019.
- ASHRAE. Standard 62.1-2022, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta: ASHRAE. 2022.
- Murphy, J. "Better Part-Load Dehumidification [It's Not a Pipe Dream]." Trane Engineers Newsletter, 33-2 (2004).
- Murphy, J. "ASHRAE® Standard 62.1-2019 Update." Trane Engineers Newsletter, 49-3 (2020).
- Murphy, J. "Understanding Single-Zone VAV Systems." Trane Engineers Newsletter, 42-2 (2013).
- Trane. (2021). "ASHRAE Standard 62.1-2019." Engineers Newsletter Live. APP-CMC077-EN.
- Shirey, D. H. Henderson, and R. Raustad. DOE/NETL Project DE-FC26-01NT41253. 2003.



Trane – por Trane Technologies (NYSE: TT), uma empresa de climatização global e inovadora — cria ambientes internos confortáveis que economizam energia por meio de um amplo portfólio de sistemas, controles, serviços, peças e suprimentos para aquecimento, ventilação e condicionamento de ar. Para obter mais informações, consulte trane.com ou tranetechnologies.com.

Todas as marcas registradas mencionadas neste documento são marcas registradas de seus respectivos proprietários.

© 2023 Trane. Todos os direitos reservados.

ADM-APN087-PT
2023 de maio