

III EXPOQUALINDOOR

QUALIDADE DO AR INTERNO

07 DE NOVEMBRO DE 2018

EQUIPAMENTOS PARA TRATAMENTO DE AR

Eng^o Gustavo Baptista

TRANE



ABRAVA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO,
AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO



Qualindoor

DEPARTAMENTO NACIONAL DE QUALIDADE DO AR INTERNO DA ABRAVA

Equipamentos para tratamento de ar externo

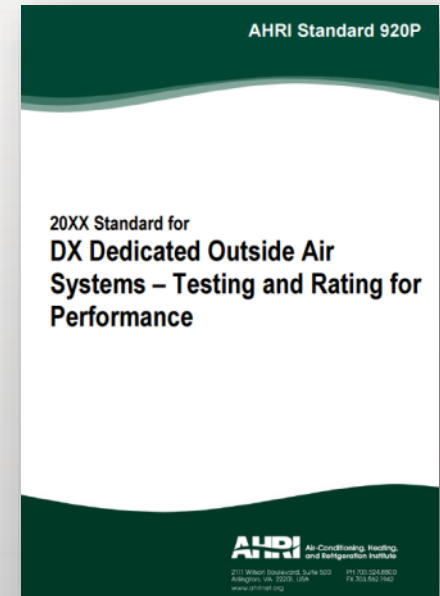
Agenda do dia

- Definição de um equipamento para tratamento de ar externo
 - Qual a temperatura de ponto de orvalho requerida?
 - Ar gelado versus ar a temperatura neutra?
- Requerimentos da ASHRAE 90.1 relativos à equipamentos para ar externo
- Tipo de equipamentos de ar externo

O que é um equipamento dedicado de AE?

AHRI Standard 920

Uma unidade de tratamento de AE “opera em **combinação com um sistema para combate ao calor sensível** para **satisfazer a carga latente de todo um edifício**. O sistema é **dimensionado para manter uma taxa específica de ventilação** sob qualquer condição de carga térmica. A taxa de ventilação pode ser constante ou variável de acordo com a ocupação dos ambientes. Pode **pré-condicionar o ar exterior** com o uso de uma roda entálpica, roda dessecante, trocador de calor, água quente ou outras opções para aquecimento. Pode **reaquecer o ar externo** através de um circuito de fluido refrigerante para reaquecimento, água quente ou outras opções para aquecimento.”



Pode pré-condicionar o AE usando um recuperador de energia ar-ar

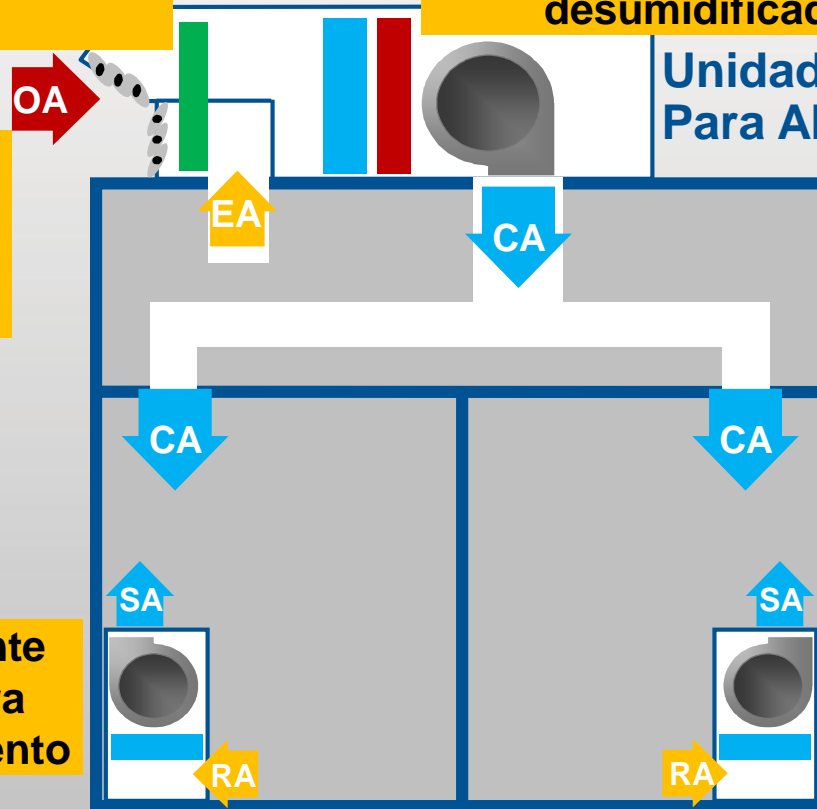
Satisfaz a umidade (carga latente) do edifício

Pode reaquecer o AE desumidificado

Insufla uma certa vazão de AE (geralmente definida por norma)

Unidade dedicada Para AE

Opera simultaneamente com um Sistema para resfriamento/aquecimento

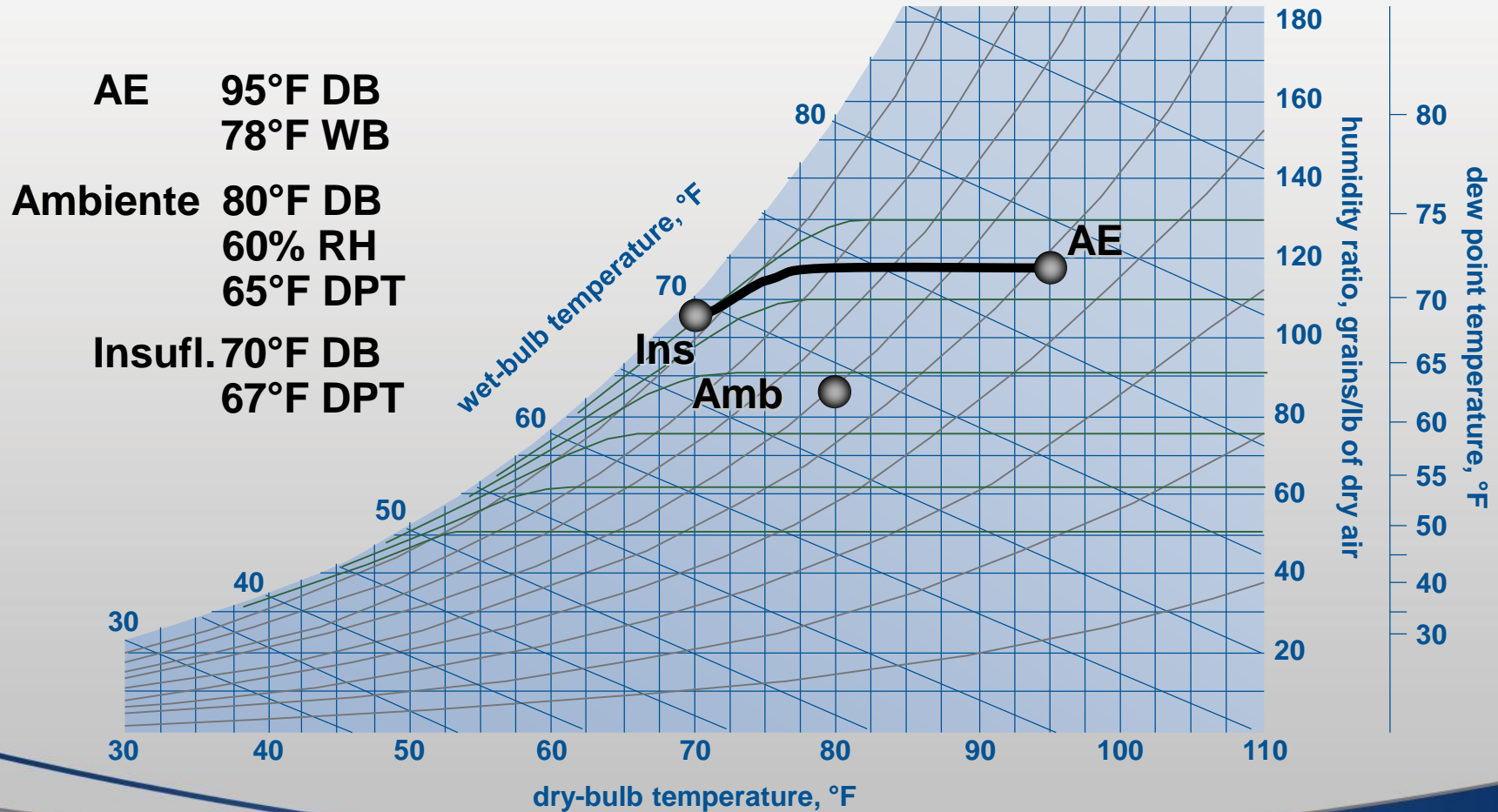


Sistema Para Tratamento de AE

- Qual a temperatura de ponto de orvalho necessária?
 - Resfriada, mas não desumidificada
 - Refriada e desumidificada

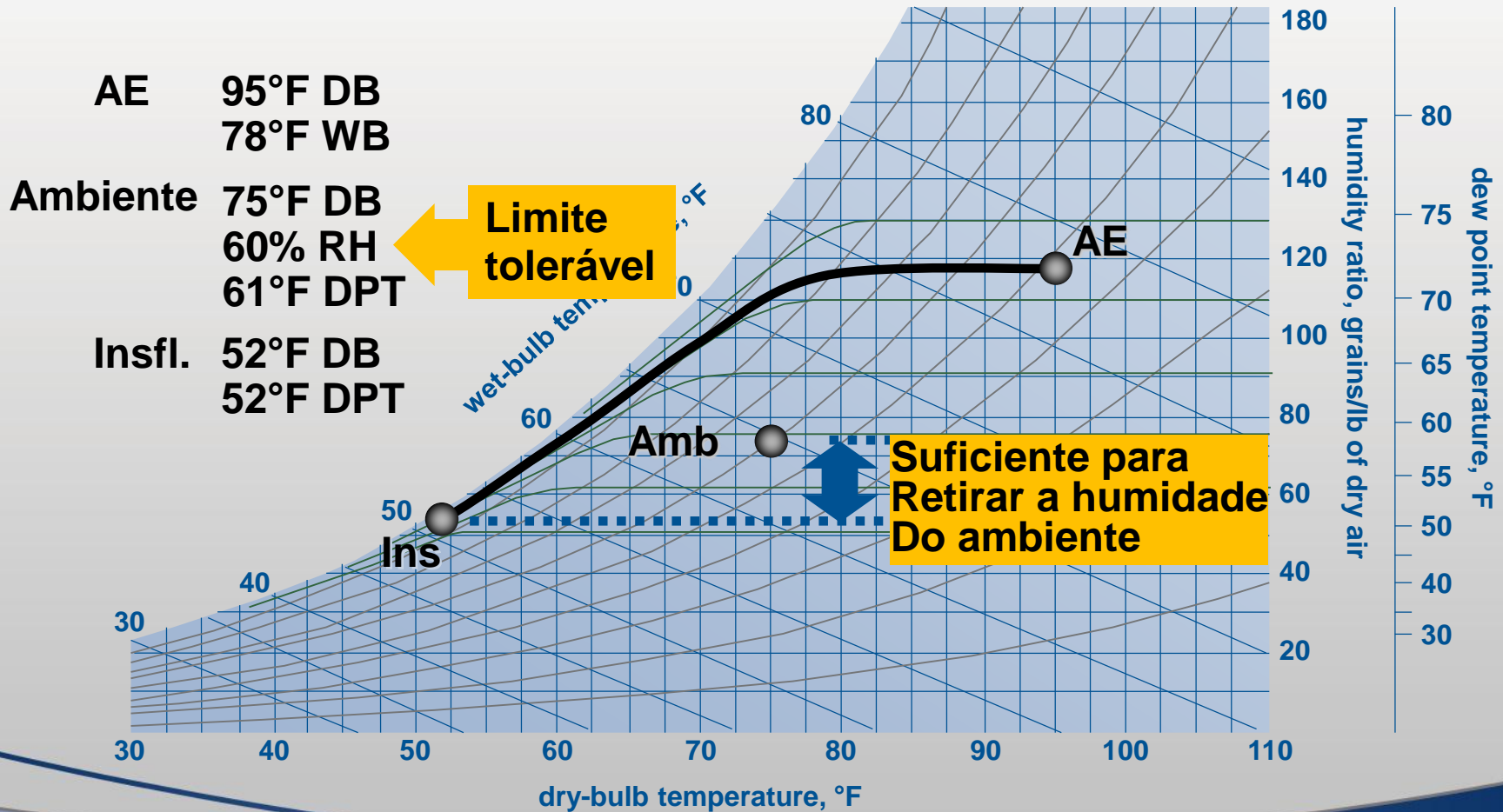
Exemplo: Cozinha

Resfriado mas não desumidificado



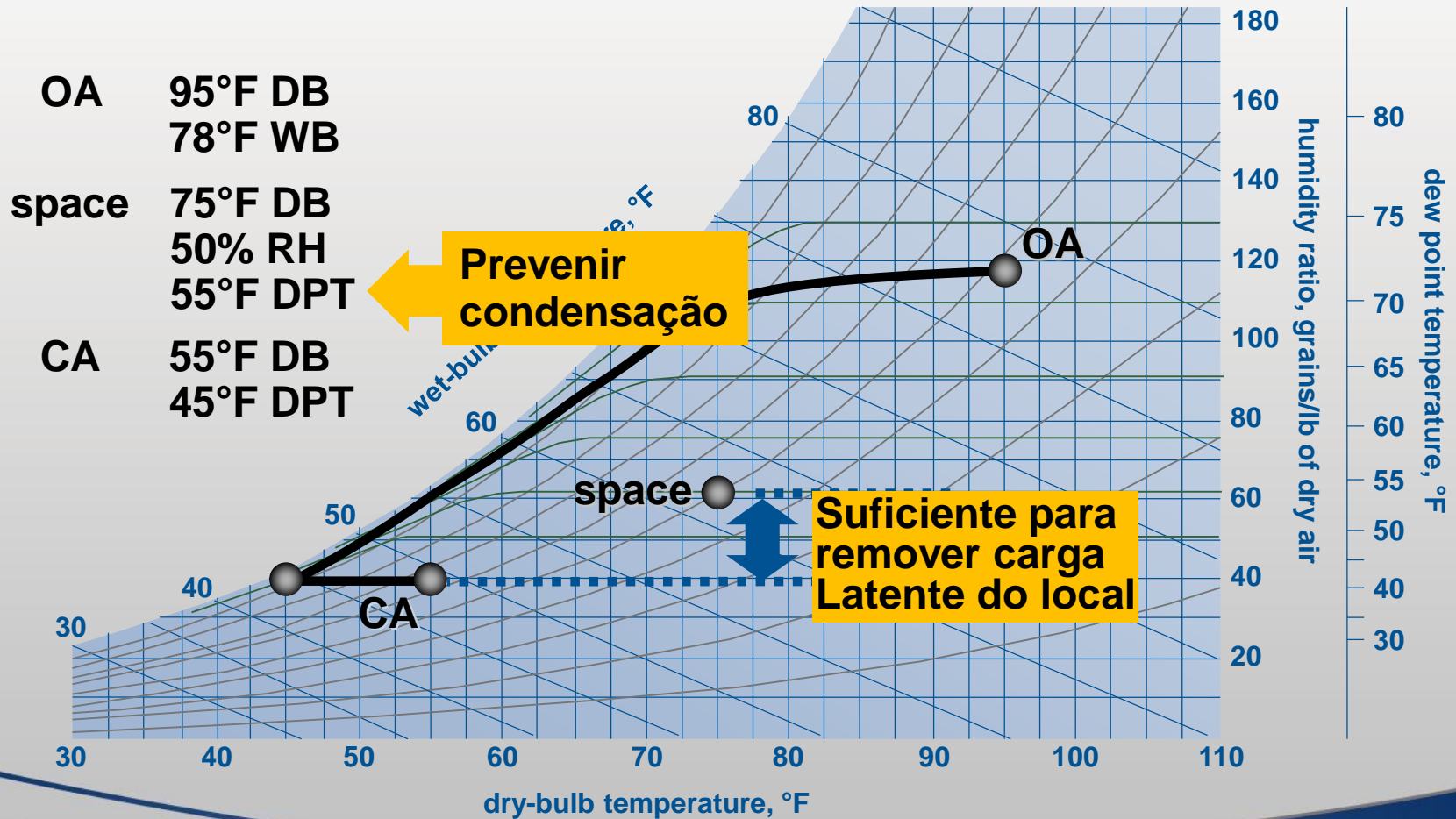
Exemplo: fan-coils, VAV, VRF

Resfriado e Desumidificado



Exemplo: vigas frias, climatização radiante

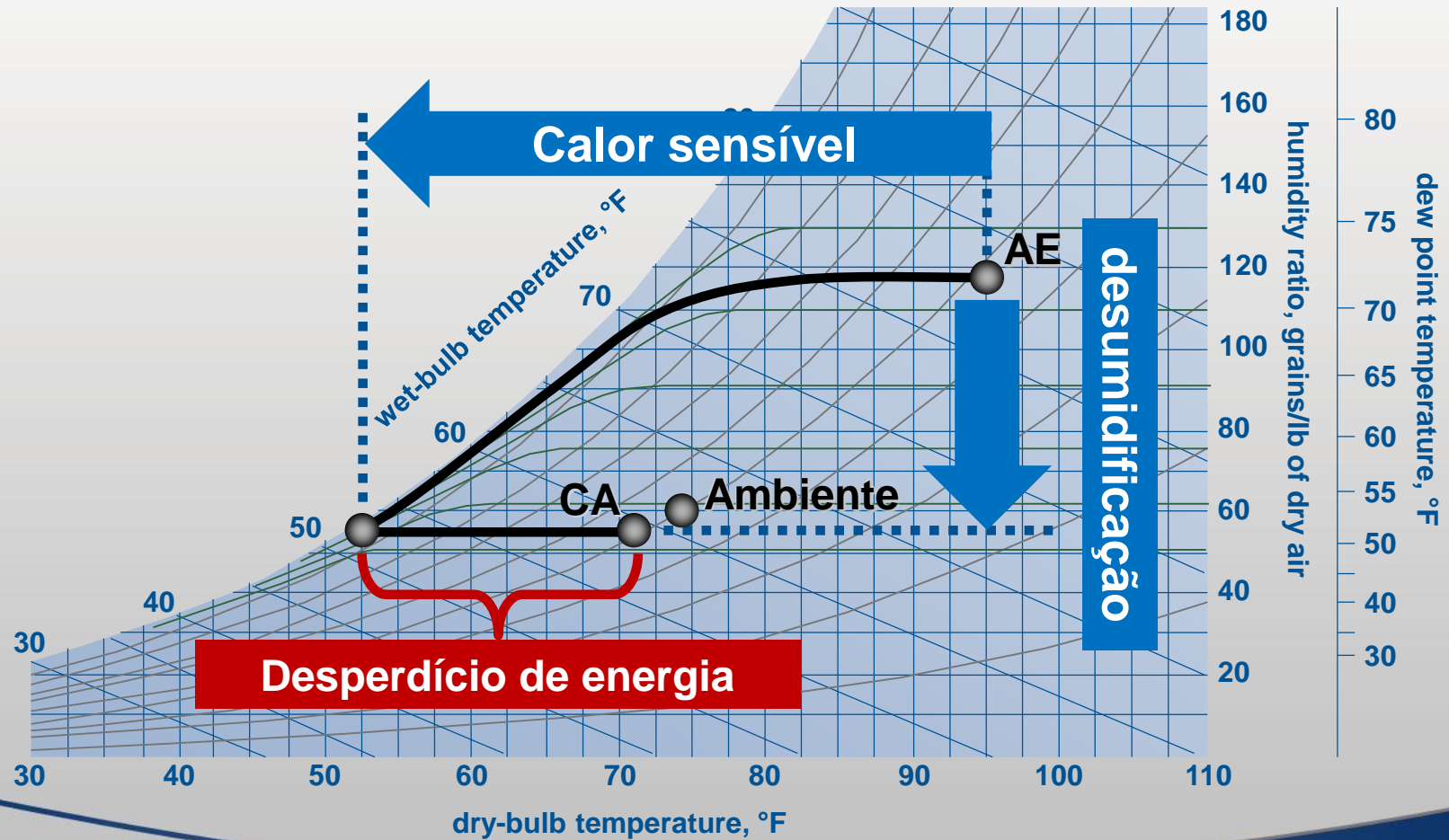
Resfriado e sobre-desumidificado



Sistema Para Tratamento de AE

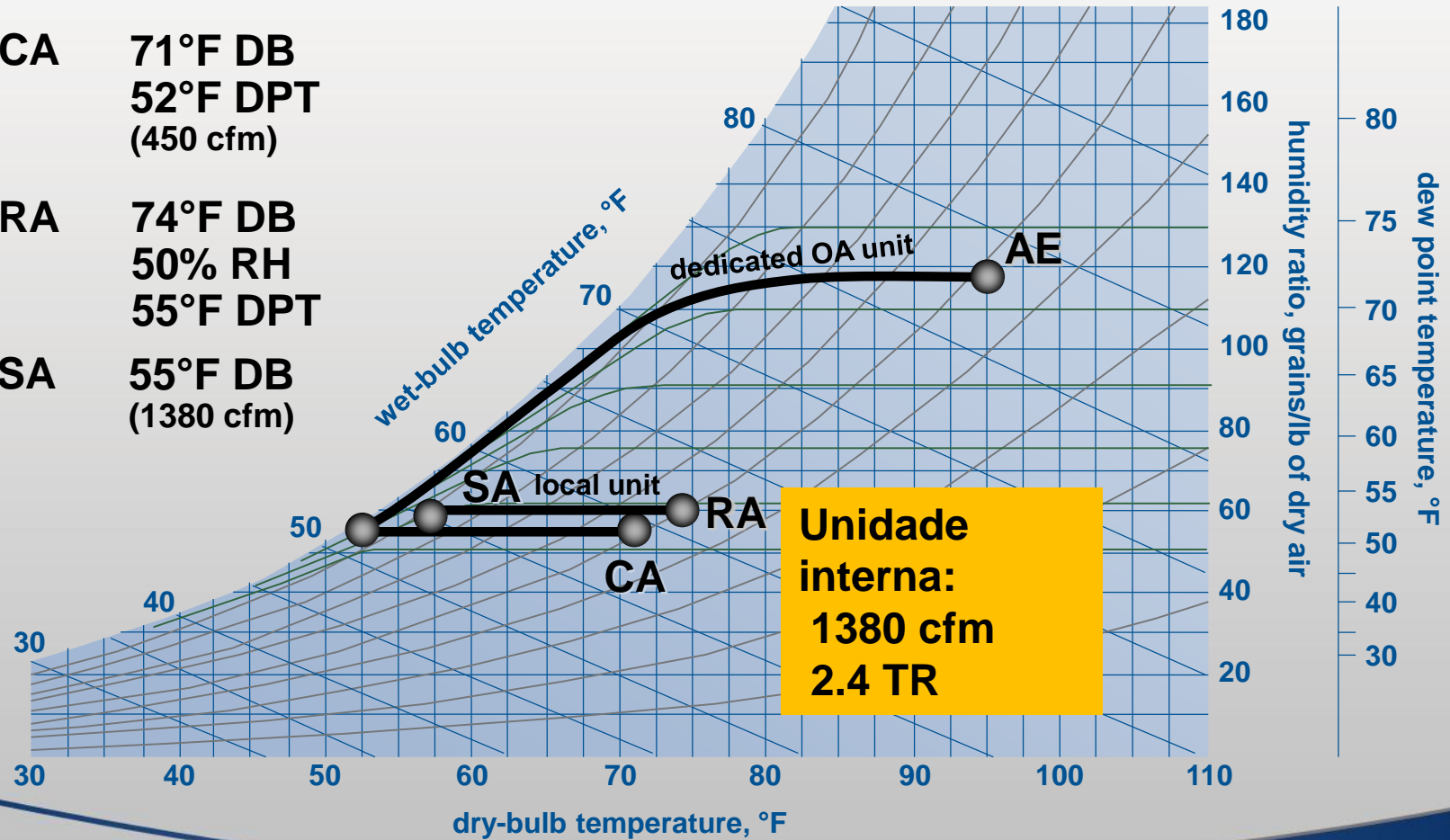
- Qual a temperatura de ponto de orvalho a ser insuflada?
- Ar gelado ou ar à temperatura neutra?

Sistema para AE (ar "neutro")



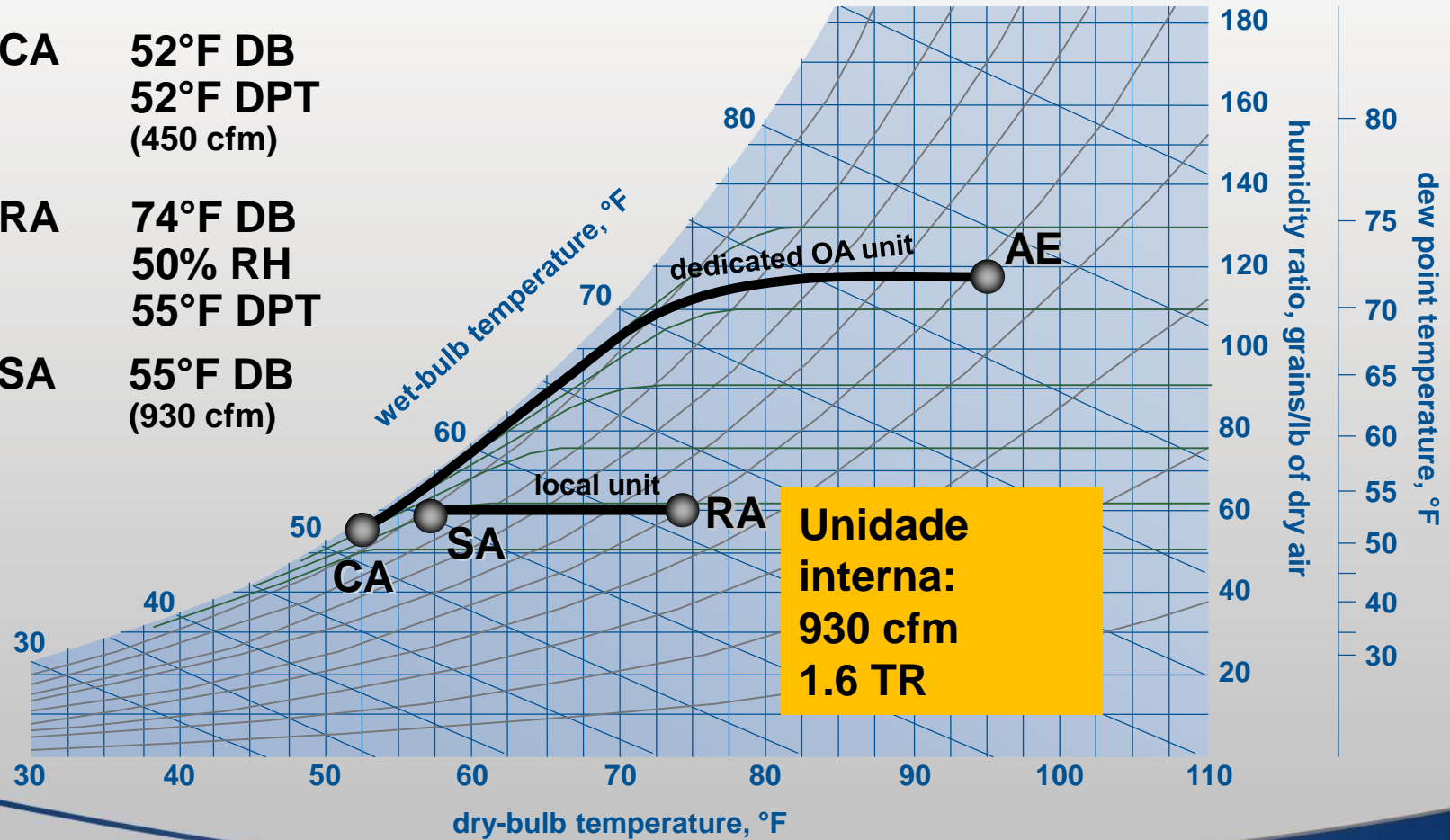
- AE** 95°F DB
78°F WB
- CA** 71°F DB
52°F DPT
(450 cfm)
- RA** 74°F DB
50% RH
55°F DPT
- SA** 55°F DB
(1380 cfm)

Sistema para AE
(ar "Neutro")



- AE** 95°F DB
78°F WB
- CA** 52°F DB
52°F DPT
(450 cfm)
- RA** 74°F DB
50% RH
55°F DPT
- SA** 55°F DB
(930 cfm)

Sistema para AE
(ar "gelado")



Frio versus Neutro

- Menor capacidade de resfriamento
 - Redução do calor sensível ocasionada pelo Sistema de AE reduz a capacidade de resfriamento do equipamento de HVAC
 - A capacidade de resfriamento do Sistema de AE é a mesma em ambos os casos
- Menor gasto de energia para resfriamento
 - Redução do calor sensível do Sistema de AE reduz a necessidade de resfriamento dos equipamentos internos de HVAC

Frio versus Neutro

- Menor consumo de energia nos ventiladores, caso o equipamento de AE insuflar ar frio (ou esfriar) diretamente os ambientes
 - O ar externo Condicionado remove parte do calor sensível local, reduzindo a vazão de ar necessária na unidade de HVAC
 - Vazão de ar para o equipamento de AE é a mesma em qualquer caso

Insuflar o AE resfriado não vai super resfriar o ambiente?

$$Q_{s,amb} = 29,750 \text{ Btu/h (carga Térmica)}$$

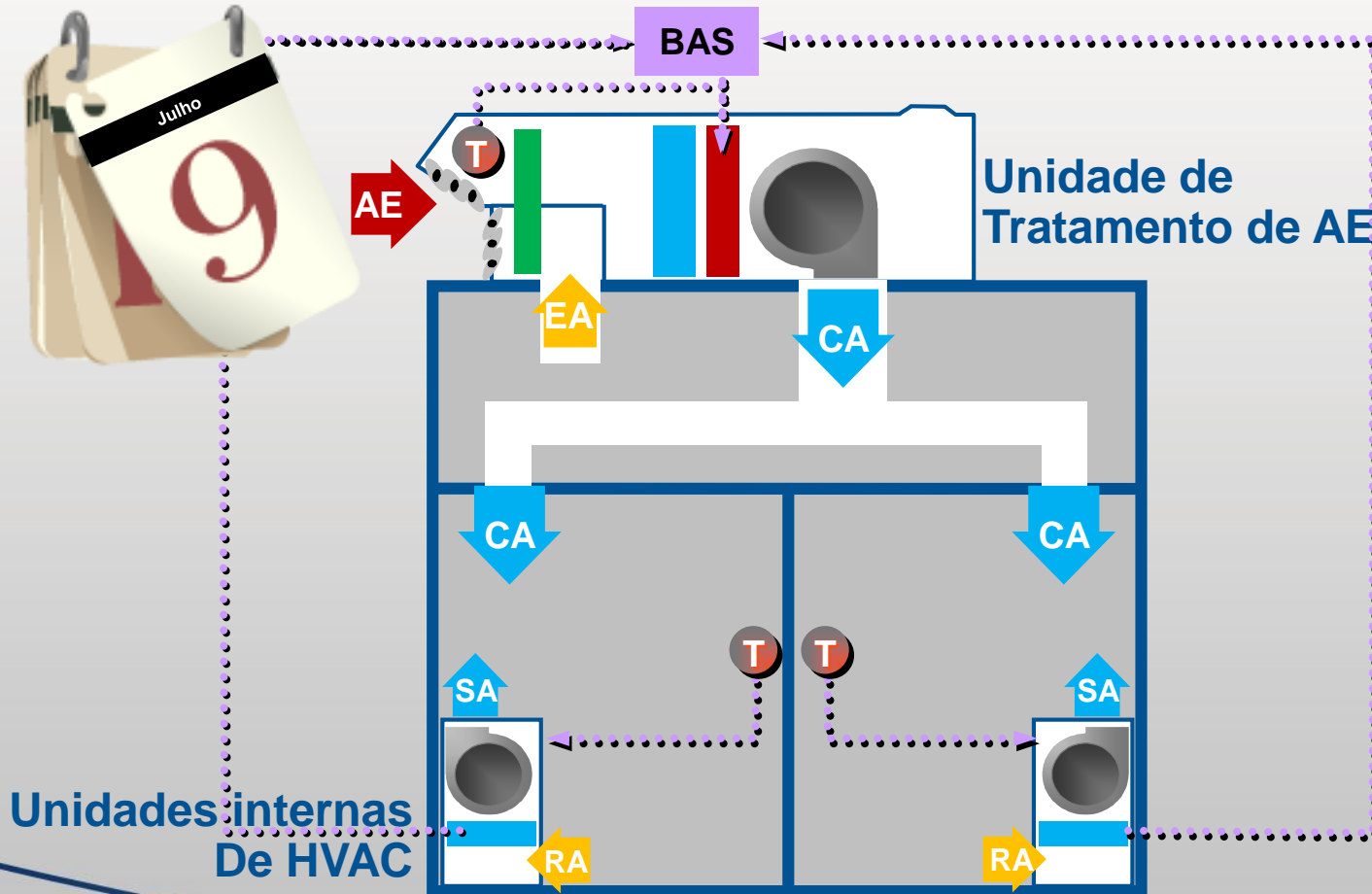
$$Q_{s,ca} = 1.085 \times 450 \text{ cfm} \times (74^\circ\text{F} - 52^\circ\text{F})$$
$$= 10,740 \text{ Btu/h}$$

O carga de calor sensível deve ser Menos que 36% da carga definida em Projeto para ocorrer super resfriamento!

Quando devemos usar o reaquecimento?

- Aplicações onde a carga de calor sensível varia muito a qualquer momento (ex: hotéis, dormitórios)
- Para evitar sobre-resfriamento em condições de cargas parciais
 - Implementar controle de ventilação para reduzir AE de acordo com a quantidade de pessoas
 - Usar aquecimento na UI (poucas zonas)
 - Reaquecer ar desumidificado na unidade para AE (considerar usar recuperador de energia)

Reaquecendo AE desumidificado



Quando devemos usar o reaquecimento?

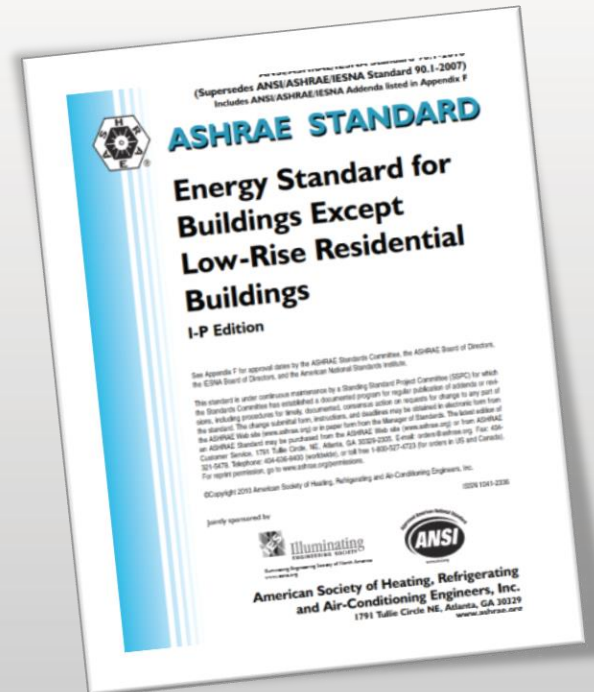
- Aplicações onde a carga de calor sensível varia muito a qualquer momento (ex: hotéis, dormitórios)
- Para evitar sobre-resfriamento em condições de cargas parciais
 - Implementar controle de ventilação para reduzir AE de acordo com a quantidade de pessoas
 - Usar aquecimento na UI (poucas zonas)
- Aplicações que requerem temp. ponto de orvalho menores que o normal
- Evitar condensação quando AE é suprido por plenum no forro

Sistema Para Tratamento de AE

- Qual a temperatura de ponto de orvalho a ser insuflada?
- Ar gelado ou ar à temperatura neutra?
- Como o AE será distribuído nos ambientes?
 - Diretamente em cada zona
 - Na caixa de mistura das unidades internas
 - Próximo ao insuflamento das unidades internas
 - Pelo forro, próximo as unidades internas

ASHRAE 90.1 e Sistemas para AE

- Eficiência mín. Dos equipamentos
- Limite de potência do ventilador
- Economizador
- Recuperação de Energia
- Limites em aquecimento e resfriamento simultâneos



Seção 6.4.1, requerimentos mandatórios

Eficiência Mínima dos Equipamentos

Table 6.8.1-15 Electrically Operated DX-DOAS Units, Single-Package and Remote Condenser, without Energy Recovery—Minimum Efficiency Requirements

<i>Equipment Type</i>	<i>Subcategory or Rating Condition</i>	<i>Minimum Efficiency</i>	<i>Test Procedure</i>
Air cooled (dehumidification mode)		4.0 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
Air source heat pumps (dehumidification mode)		4.0 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
Water cooled (dehumidification mode)	Cooling tower condenser water	4.9 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
	Chilled Water	6.0 <i>ISMRE</i>	
Air source heat pump (heating mode)		2.7 <i>ISCOP</i>	AHRI 920
Water source heat pump (dehumidification mode)	Ground source, closed loop	4.8 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
	Ground-water source	5.0 <i>ISMRE</i>	
	Water source	4.0 <i>ISMRE</i>	
Water source heat pump	Ground source, closed loop	2.0 <i>ISCOP</i>	AHRI 920

- ISMRE – Eficiência sazonal de remoção de umidade
- Procedimentos conforme AHRI 920

Seção 6.5.3.1, requerimentos prescritos

Limite de Potência do Ventilador

- Aplicado a sistemas > 5 hp
- Cada Sistema de ventiladores não deve exceder:
 - Opção 1: Potência indicada na placa do motor
 - Option 2: bhp do Sistema de ventilação
- Exceptions:
 - a. Aplicação à saúde e segurança (ex: Sistema mantendo diferencial de pressão entre ambientes)
 - b. Ventiladores singulares ≤ 1 hp

Equipamentos para tratamento de ar externo

Qual Configuração é melhor?

1) Necessidade de desumidificação

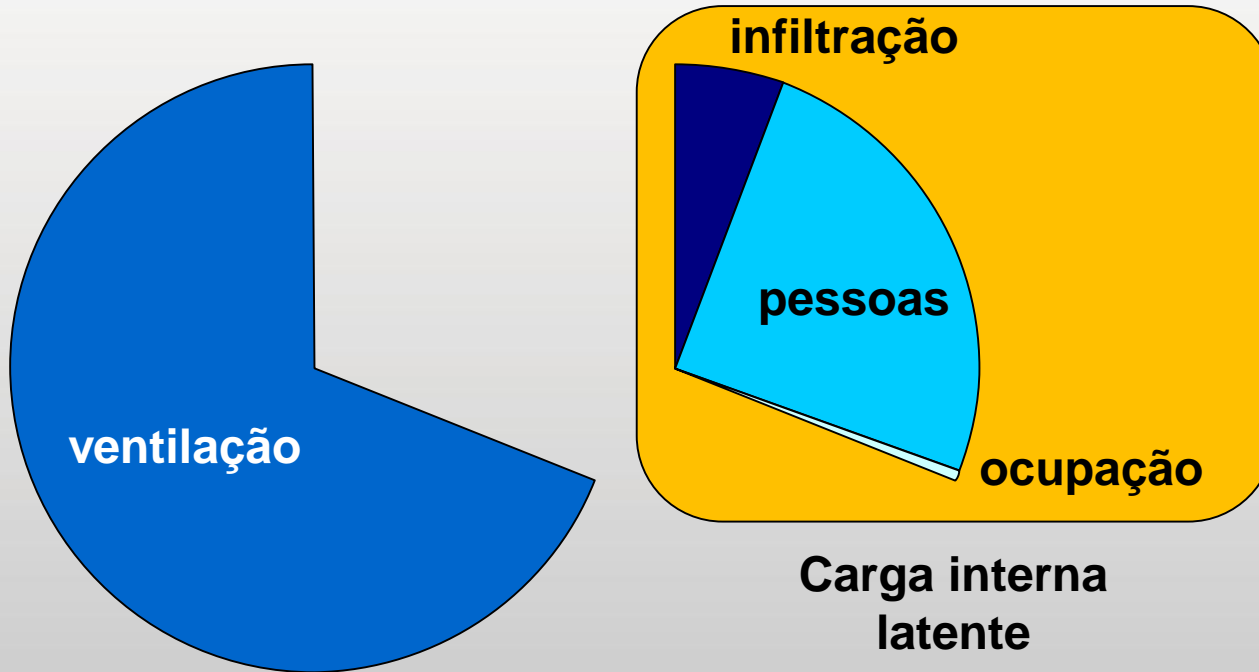
3) Meta de eficiência

2) Necessidade de resfriamento

4) Fonte de resfriamento

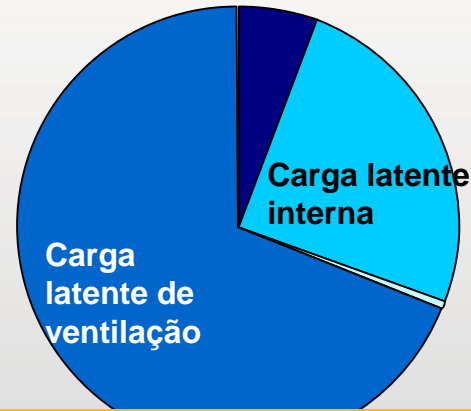
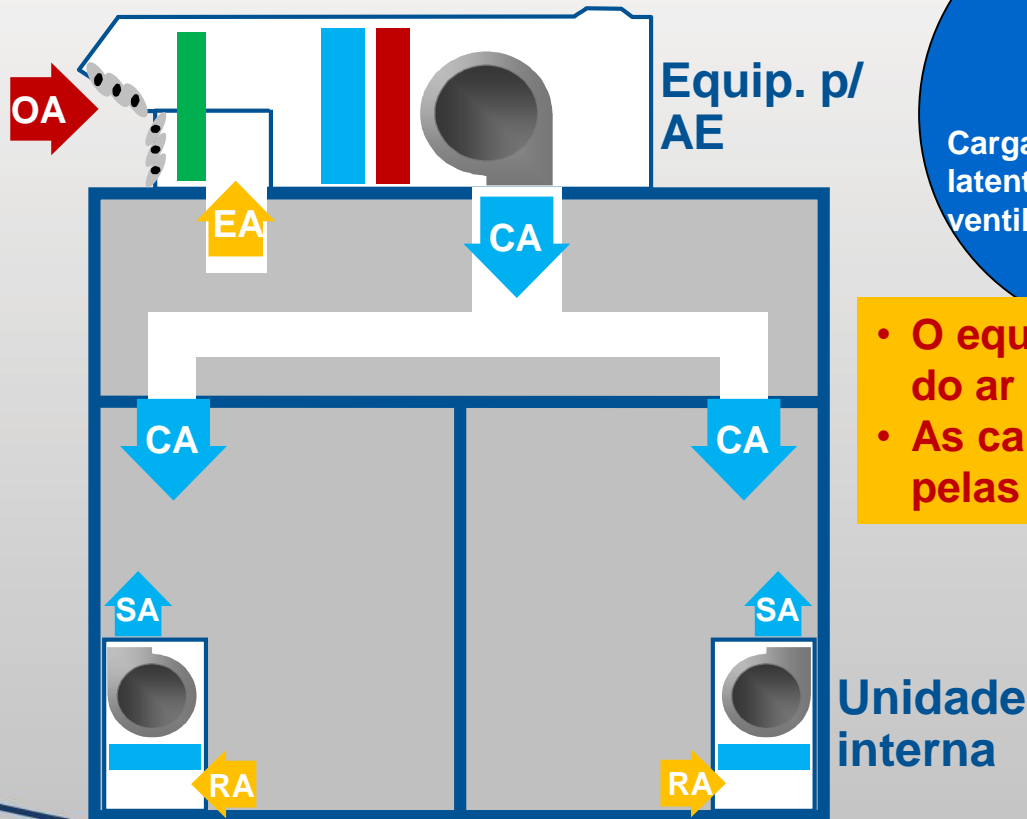
1

O que é a necessidade de desumidificação?



**Carga latente típica de uma
Sala de aula**

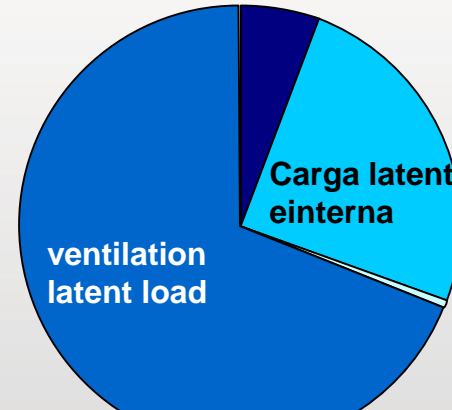
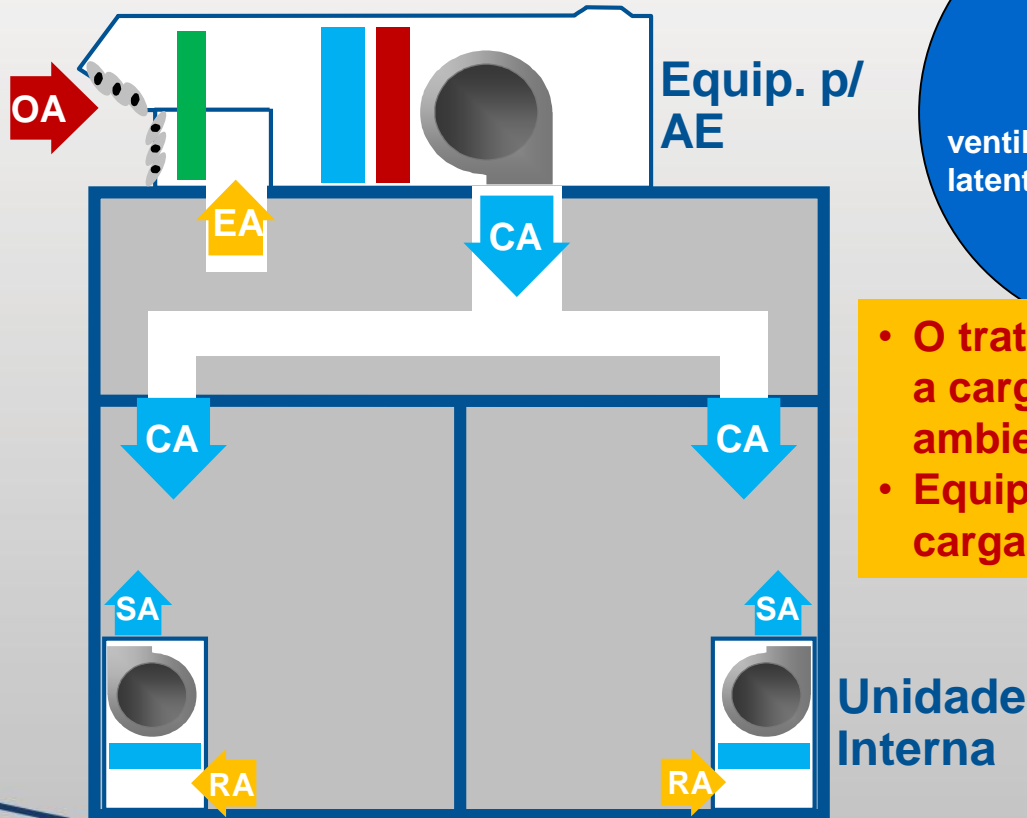
O que é a necessidade de desumidificação? Desumidificação da ventilação



- O equipamento remove a umidade do ar exterior
- As cargas latentes são tratadas pelas unidades internas

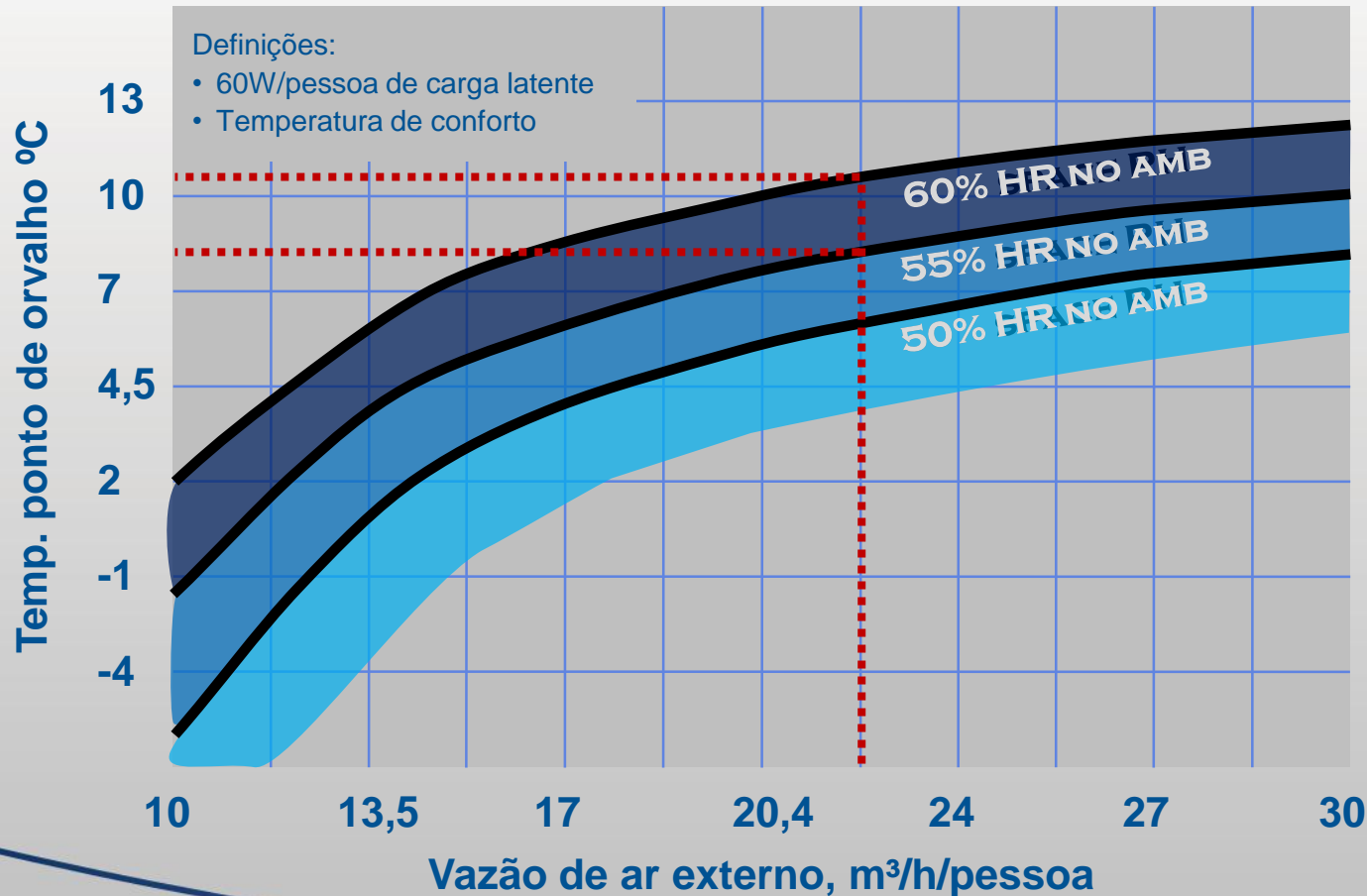
O que é a necessidade de desumidificação?

Desumidificar o ambiente (para conforto)

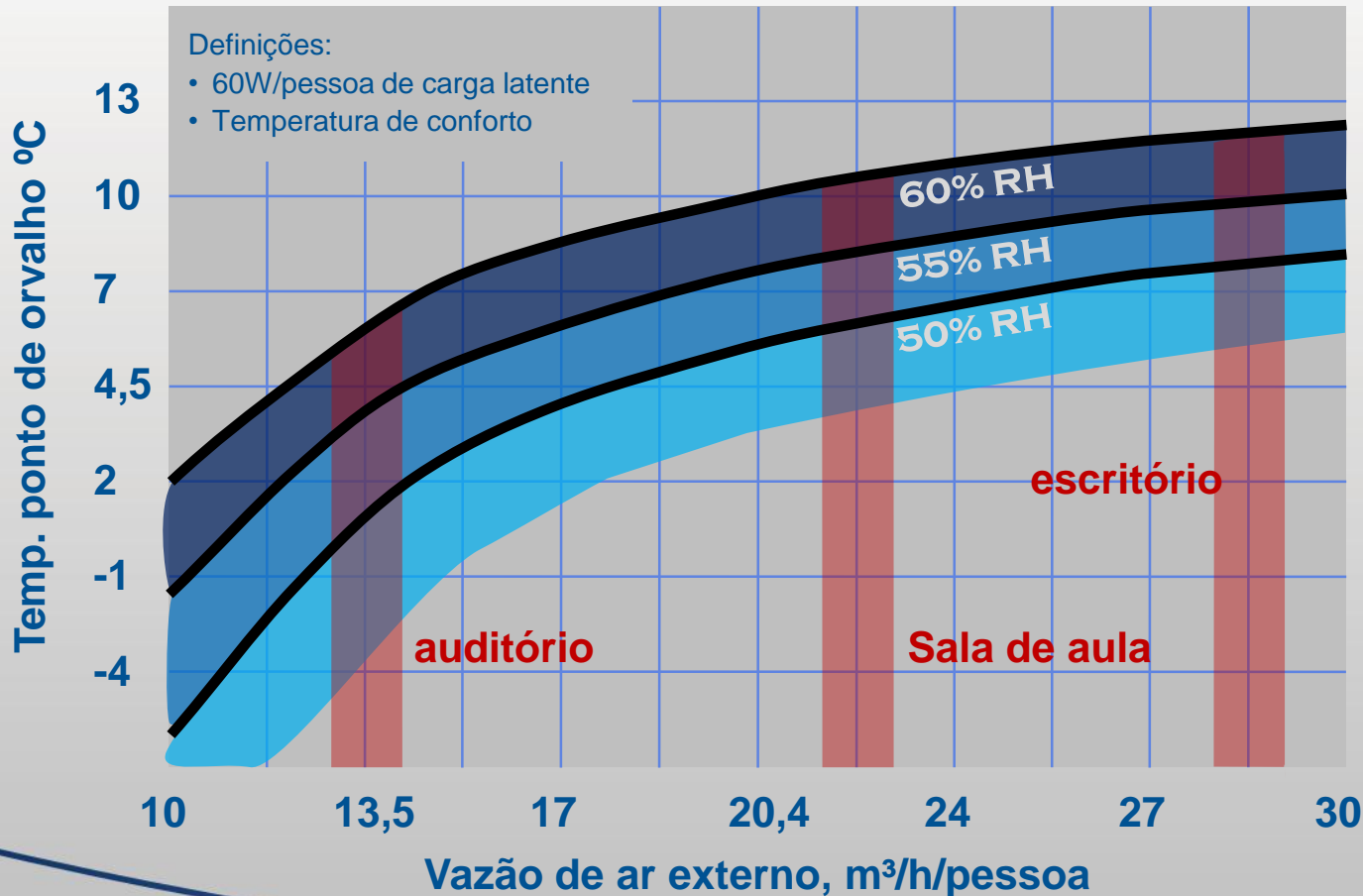


- O tratamento do ar externo remove a carga latente da ventilação e do ambiente interno
- Equipamentos HVAC apenas para carga de calor sensível

Desumidificar o ambiente (para conforto) Qual a temperatura de ponto de orvalho?



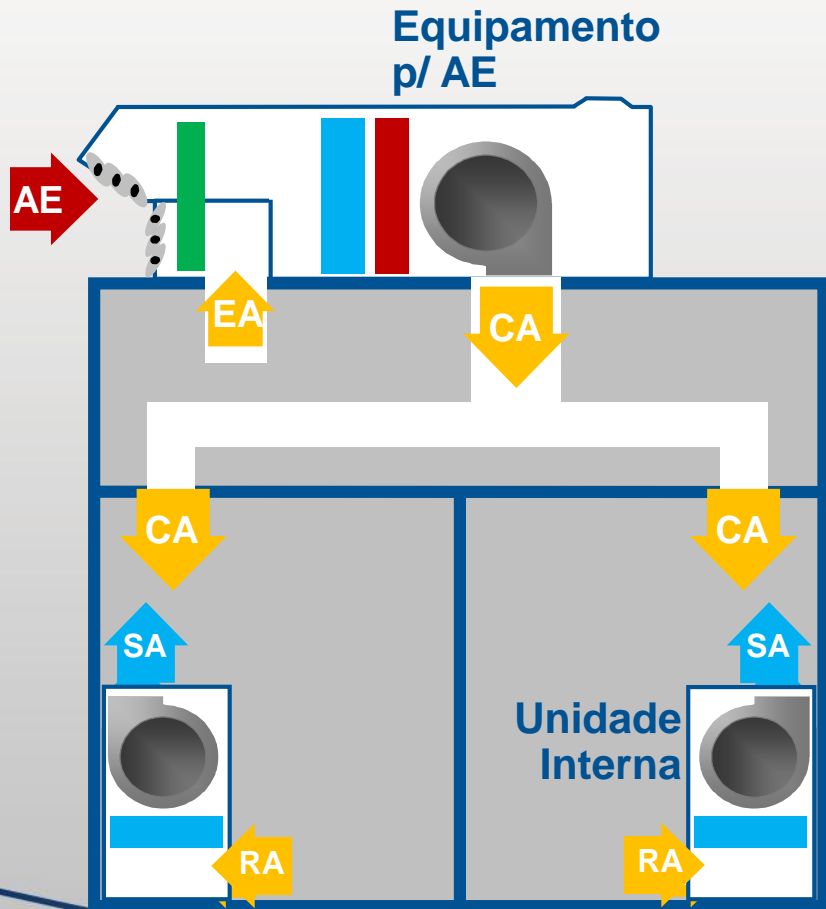
Desumidificar o ambiente (para conforto) Qual a temperatura de ponto de orvalho?



2 Qual a necessidade de resfriamento?

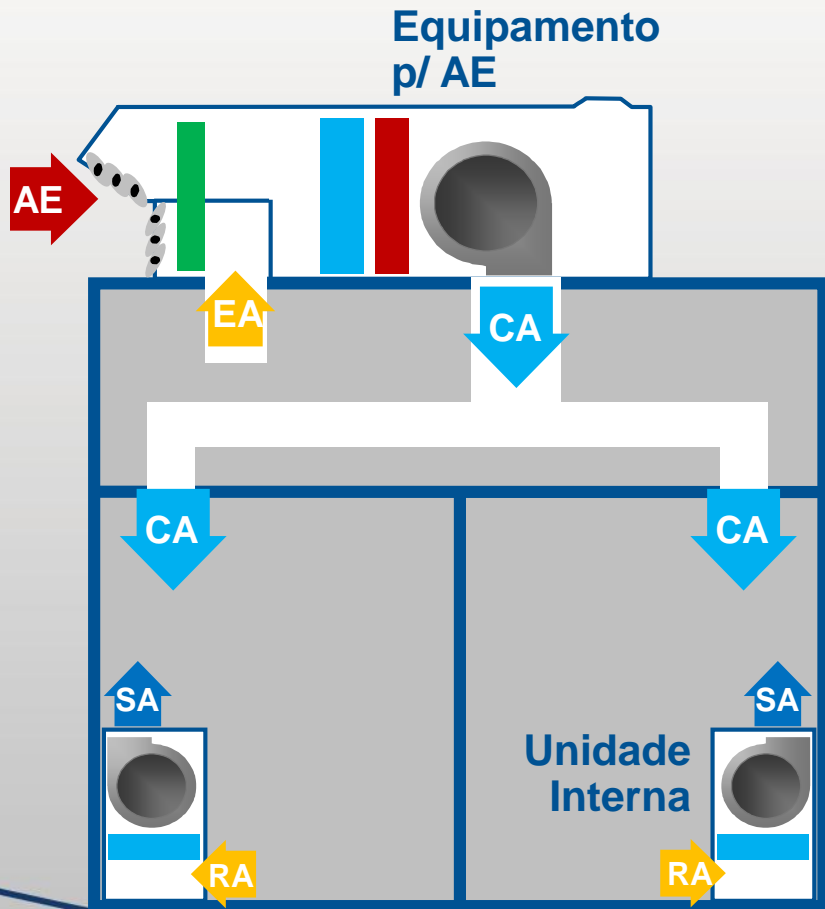
- **Ar neutro**
 - Remove o calor latente
- **Ar frio**
 - Remove parte do calor sensível do ambiente
- **Ar gelado**
 - Remove a maior parte do calor sensível do ambiente

Qual a necessidade de resfriamento? Ar neutro



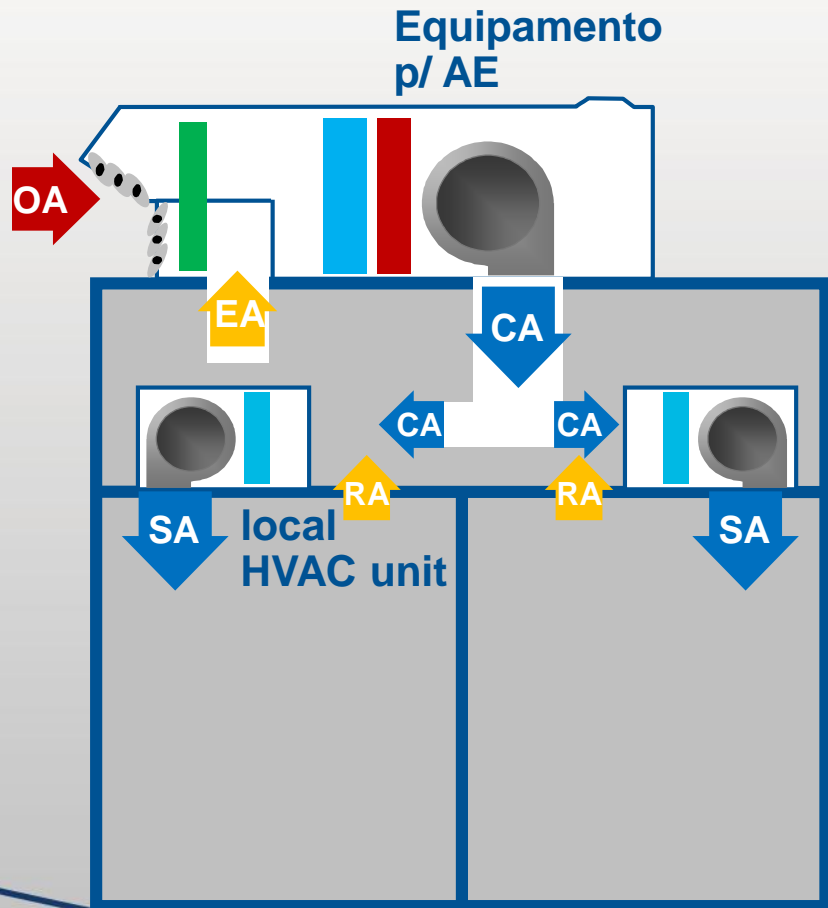
- Equipamento de AE insufla ar com temp. de bulbo seco próxima à condição do ambiente
 - Não remove carga sensível
- A carga sensível do ambiente deve ser removida com equipamentos internos

Qual a necessidade de resfriamento? Ar gelado



- Equipamento de AE insufla ar com temp. de bulbo seco menor que a condição do ambiente
 - Remove parte da carga sensível do ambiente
- Restante da carga Térmica sensível tratada por equipamentos internos

Qual a necessidade de resfriamento? Ar Frio



- Equipamento de AE insufla ar com temp. de bulbo seco menor que a condição do ambiente
 - Ar é reaquecido antes de ser insuflado
 - Remove parte da carga sensível
- Restante da carga sensível removida por equipamentos internos

3 Qual a Meta de Eficiência?

- **Norma local ou ASHRAE 90.1**
 - Atender à normas locais/específicas ou ASHRAE 90.1
- **Maior nível de eficiência**
 - Mais eficiente que as normas aplicáveis

4 Qual a Fonte de Resfriamento?

- **CAG compartilhada**
 - Chiller fornece água tanto para o tratamento de Ar Externo quanto para os equipamentos internos
- **Chiller Dedicado**
 - Chiller que atende exclusivamente o tratamento de ar externo
- **Expansão Direta (DX)**
 - Packaged ou split
 - Resfriado a ar ou a água



**Chiller
resfriado a ar**



**Unidade para AE
De expansão direta**

Muitas combinações...sem receita de bolo!

Restrição financeira?

1) Nec. desumidificação

- Des. ventilação
- Des. ambiente (conforto)
- Des. Ambiente (condensação)

3) Meta de eficiência

- Norma/ ASHRAE 90.1
- Eficiência maior

\$

2) Nec. resfriamento

- Ar Neutro
- Ar resfriado
- Ar gelado

4) Fonte de resfriamento

- CAG compartilhada
- Chiller dedicado
- Expansão direta (DX)

1) Nec. desumidificação

- Des. ventilação
- Des. ambiente (conforto)
- Des. Ambiente (condensação)

3) Meta de eficiência

- Norma/ ASHRAE 90.1
- Eficiência maior

2) Nec. resfriamento

- Ar Neutro
- Ar resfriado
- Ar gelado

4) Fonte de resfriamento

- CAG compartilhada
- Chiller dedicado
- Expansão direta (DX)

Fontes Dedicadas Para Tratamento de AE

Ponto de Orvalho para AE Condicionado (CA)

2°C 4,5°C 7°F 10°C 13°C 15,5°C

Ponto de Orvalho Nec.

60% HR no amb

50% HR no amb

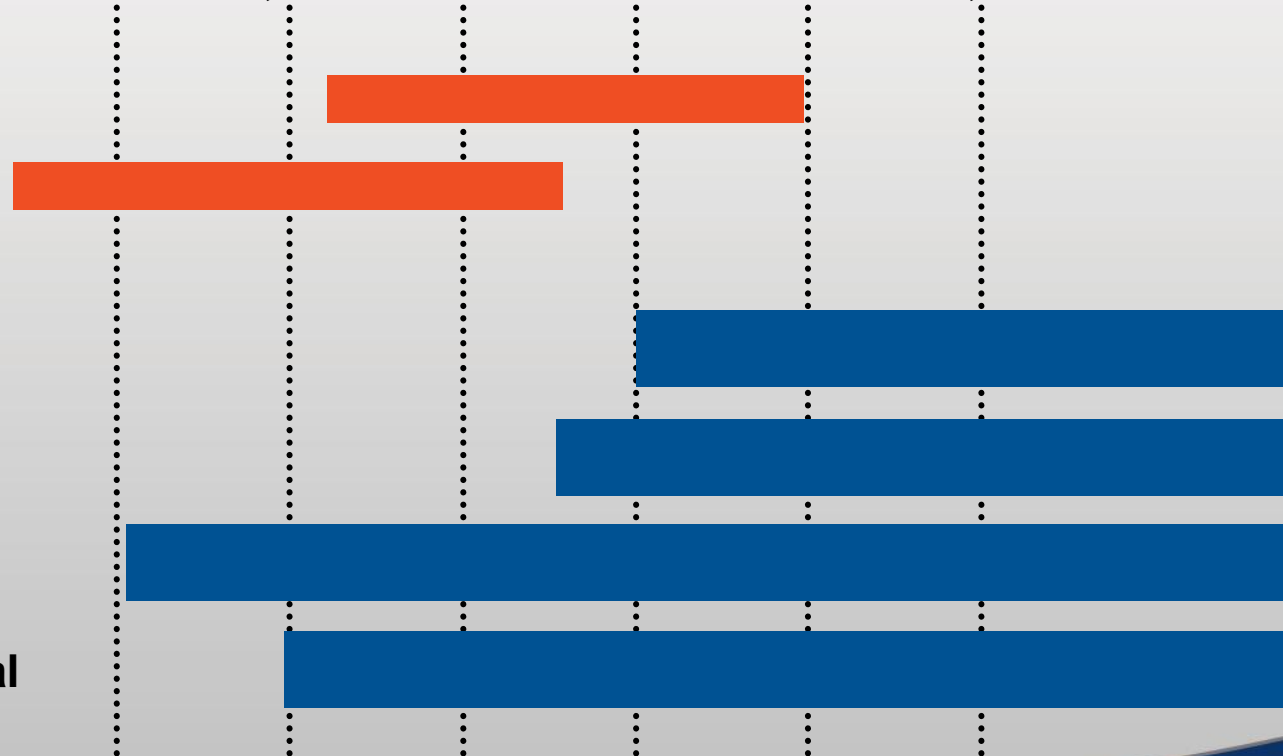
Cap. Ponto de Orvalho

packaged (DX)

Sistema split (DX)

Chiller + AHU

Desumidificador Especial



Considerações para Equipamentos Packaged DX p/ AE

- Condensação à ar ou à água
- Ponto de Orvalho Requerido
 - Reaquecer apenas o necessário
 - Ar resfriado ou frio reduzem a capacidade das UI



Sistema para AE packaged (DX)

Packaged vs. Split DX

Unidade Packaged (DX)

- Pré-projetado
- Testado em laboratório
- Menor footprint
- Reaquecimento integrado e by-pass de fluido

Sistema Split (DX)

- Linha de produção
- Pode usar longas linhas (e mais refrigerante)
- Reaquecimento limitado
- Espaço interno e externo
- Limite de linha
- Gerenciamento de óleo

Unidades VRF

Vantagens

- Maiores distâncias
- Flexibilidade de utilização
- Menor footprint
- Atende maior parte das edificações

Desvantagens

- Capacidade das unidades de Tratamento de ar limitadas
- Capacidade de desumidificação limitada
- Não permite múltiplas configurações das unidades

Modulação do Compressor (DX)

- Compressor único ON/OFF
- Compressor único, velocidade variável
- Compressores múltiplos ON/OFF
- Compressores múltiplos duplo estágio
- Compressores múltiplos com velocidade variável

Vantagens Tratamento de AE - Água Gelada



- Atinge menores temperaturas de ponto de orvalho
- Maior flexibilidade e eficiência
 - Múltiplas opções de ventiladores, filtragem de ar, recuperação de energia, rodas dessecantes, controle de vazão de ar e termoacumulação
- Carga de fluido refrigerante menor



Equipamentos para Tratamento de Ar Externo

Qual configuração é melhor?

1) Nec. desumidificação

- Des. ventilação
- Des. ambiente (conforto)
- Des. Ambiente (condensação)

3) Meta de eficiência

- Norma/ ASHRAE 90.1
- Eficiência maior

2) Nec. resfriamento

- Ar Neutro
- Ar resfriado
- Ar gelado

4) Fonte de resfriamento

- CAG compartilhada
- Chiller dedicado
- Expansão direta (DX)

Equipamentos para Tratamento de Ar Externo Qual configuração é melhor?

1 + **2** + **3** + **4** = sem receita de bolo!



**Unidade de Tratamento
packaged DX**



AHU Interno



AHU Externo

Aonde Aprender Mais?



engineers newsletter
volume 35-3

Ice storage as part of a LEED® Building Design

The technology of ice storage has changed little in the last few decades. What has changed is the international demand for power, the availability of fuel to create power, and the subsequent cost and availability of that electricity over an 24-hour period. Without a power technology shift, energy costs can be expected to continue their escalation well into the future.

A valid argument could be made that each of us in the trade or profession has the smugness to say that we design, install, commission, and maintain the most cost-effective and reliable HVAC systems, but also to use electric power wisely. One HVAC design option that can balance these criteria is ice storage. An ice-storage system may help the overall building design receive LEED Energy & Environment credit. (ENR) points based on the building energy cost savings beyond ASHRAE Standard 90.1-2004 (Table 1).

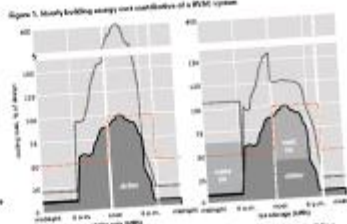


Figure 1 makes it easy to understand the first table that ice storage can contribute. An electrical consumption cost rate is superimposed over the building load profile, offering a visual

approximation of the hourly building energy consumption costs contributed by the HVAC system. The tabular graph shows the energy cost burden when both the consumption charge and the electrical use peak at the same time. Ice storage makes it possible to control the peak load by shifting the cooling capacity to a time of 23¢ per consumption rate, shown in the ice storage graph.

Table 1. Minimum energy cost savings percentage/feasibility with peak

Peak loadings	Feasible building scenarios	Range
125%	10%	1
145%	15%	2
175%	20%	3
215%	25%	4
245%	30%	5
285%	35%	6
315%	40%	7
345%	45%	8
375%	50%	9
405%	55%	10

www.trane.com/EN

Trane Engineers Newsletter Live satellite broadcast
Bibliography

Industry Standards and Handbooks

- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). 2002. ASHRAE 90.1-2004 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Available at <http://www.ashrae.org/90.1-2004>.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). Standard 90.1-2004 User's Manual. Available at <http://www.ashrae.org>.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). 2004. Applied Heat pump and Heat Recovery Systems. ASHRAE HVAC Systems and Equipment Handbook. Atlanta, GA.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). 2003. Service Water Heating. ASHRAE Equipment Handbook, Chapter 49. Atlanta, GA.
- International Code Council (ICC). 2006 International Building Code, Section 603.2 Supplemental Water-Heating Devices. Available at <http://www.iccsafe.org>.
- International Code Council (ICC). 2006 International Plumbing Code, Section 405.1 General and 405.16.3 Heat Exchangers. Available at <http://www.iccsafe.org>.
- International Code Council (ICC). 2006 International Fire Code, Section 903.1. Available at <http://www.iccsafe.org>.

Articles

- Two Good Old Ideas Combine to Form One Great New One. Trane Engineers Newsletter, volume 20, number 1. Available at <http://www.trane.com/EN/ENR-V20-1-01-07>.
- Waste Heat Recovery: Everything Old is New Again. Trane Engineers Newsletter, volume 20, number 1. Available at <http://www.trane.com/EN/ENR-V20-1-01-07>.
- Waste Heat Recovery in HVAC. Trane Engineers Newsletter, volume 20, number 1. Available at <http://www.trane.com/EN/ENR-V20-1-01-07>.
- Multisource HVAC System Design and Control. Trane Engineers Newsletter, volume 20, number 1. Available at <http://www.trane.com/EN/ENR-V20-1-01-07>.
- Energy Savings Through Demand Response. Trane Engineers Newsletter, volume 20, number 1. Available at <http://www.trane.com/EN/ENR-V20-1-01-07>.



Engº Gustavo Baptista

(11) 99292-0775

gustavo.baptista@irco.com

Obrigado (a)!

www.abrava.com.br