



XVIII ENCONTRO NACIONAL
DE EMPRESAS PROJETISTAS
E CONSULTORES DA ABRAVA

28, 29 E 30 DE NOVEMBRO DE 2018

A EXCELÊNCIA DO PROJETO
DE CLIMATIZAÇÃO E SEU
REFLEXO NO CONFORTO
E CUSTO OPERACIONAL.



EFICIÊNCIA E DESUMIDIFICAÇÃO EM SISTEMAS DE TRATAMENTO DE AR EXTERNO (DOAS)

Eng. Mauricio de Barros

CONSULTAR ENGENHARIA

TÓPICOS ABORDADOS:

INTRODUÇÃO

DESUMIDIFICAÇÃO

EFICIÊNCIA – AHRI STANDARD 920 - 2015

EFICIÊNCIA – ASHRAE STANDARD 90.1 - 2016

REAQUECIMENTO

EXEMPLO DE DESEMPENHO DX-DOAS

INTRODUÇÃO:

SISTEMA DE AR EXTERNO DEDICADO:

DEDICATED

OUTDOOR

AIR

SYSTEM

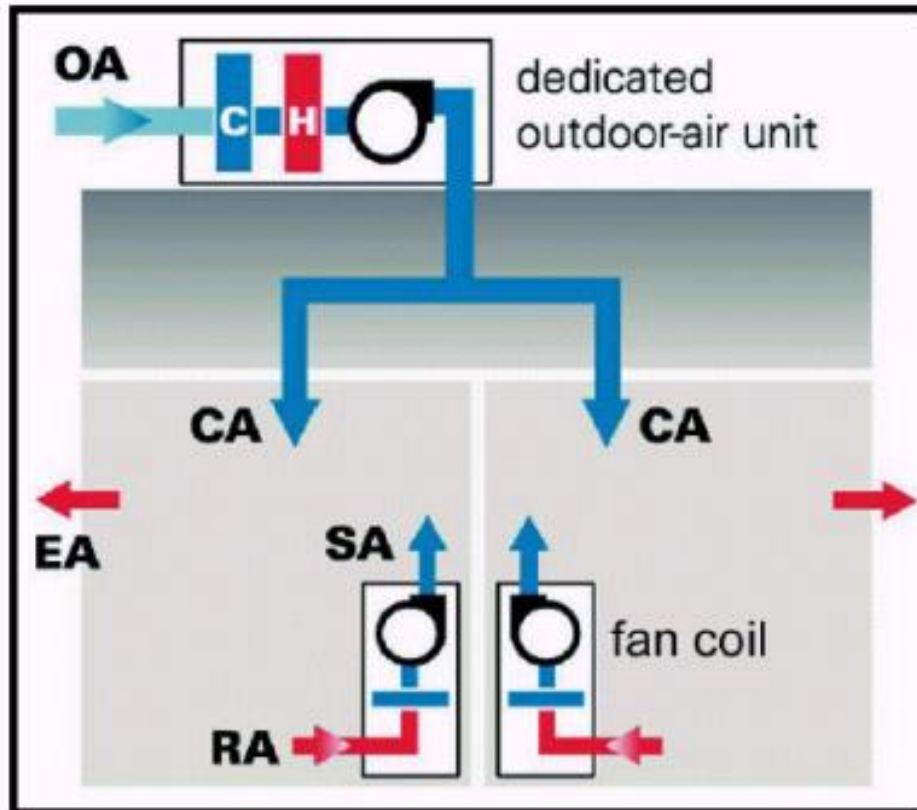
INTRODUÇÃO:

DEFINIÇÃO DOAS:

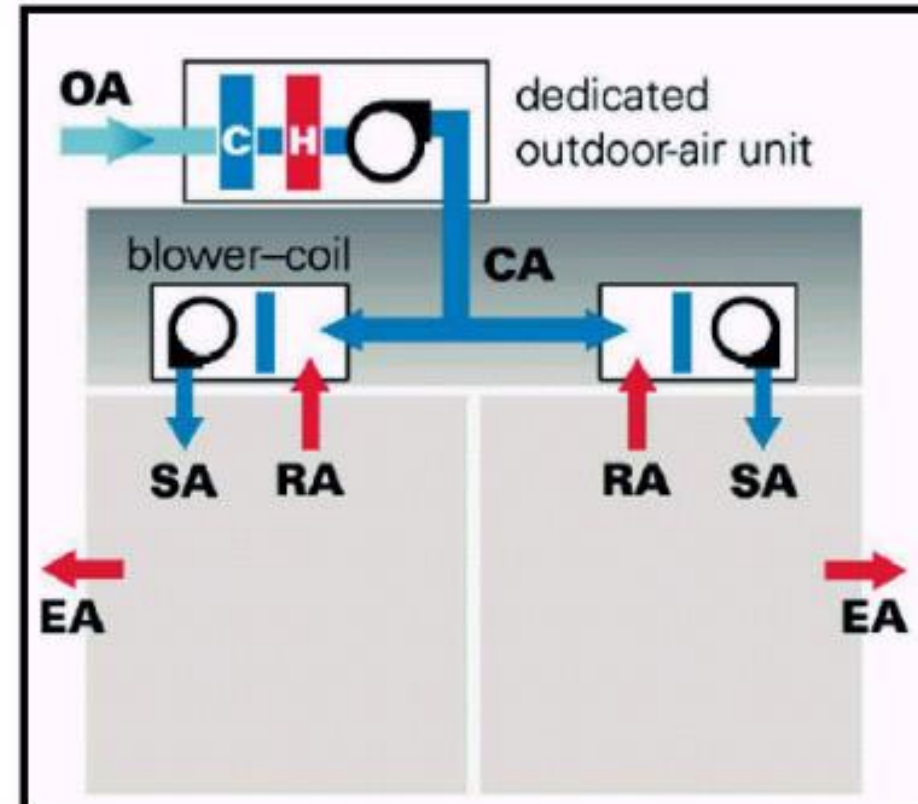
- ***UM SISTEMA DE AR EXTERNO DEDICADO UTILIZA UM EQUIPAMENTO SEPARADO PARA SUPRIMENTO DO AR EXTERNO DE VENTILAÇÃO (RENOVAÇÃO) PARA O PRÉDIO, DISTRIBUINDO ESSE AR DIRETAMENTE NO AMBIENTE OU EM CONJUNTO COM UNIDADES LOCAIS OU CENTRAIS QUE SÃO USADAS PARA CONTROLAR A TEMPERATURA INTERNA.***

INTRODUÇÃO:

DISTRIBUIÇÃO DE AR EXTERNO TRATADO:



Ar primário distribuído direto no ambiente



Ar primário distribuído para o condicionador de ar local

INTRODUÇÃO:

RAZÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE DOAS:

- **MELHOR CONTROLE DAS VAZÕES DE AR EXTERNO** (renovação, pressurização)
- **MELHOR CONTROLE DA UMIDADE RELATIVA** (conforto, IAQ, preservação, etc.)
- **REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA** (Recuperação de calor, controle de vazão por demanda, etc.)
- **MELHOR QUALIDADE DO AR** (escolha do melhor local de captação, aplicação de filtros de maior eficiência, outros tratamentos de ar externo, etc.)
- **REDUÇÃO DA CAPACIDADE DAS UNIDADES INTERNAS**
- **REDUÇÃO OU ELIMINAÇÃO DA CONDENSAÇÃO NAS UNIDADES INTERNAS** (IAQ, menor manutenção, viabilização de sistemas teto frio / viga fria, etc.)

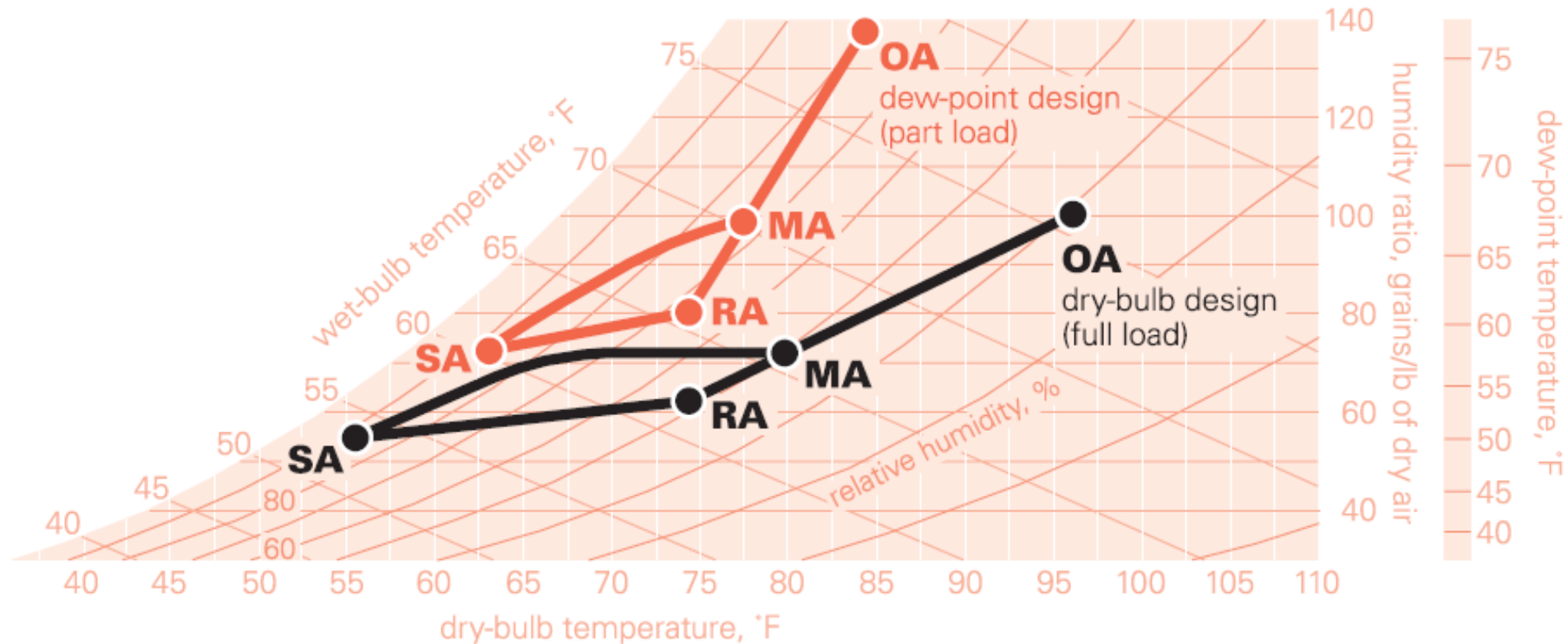
INTRODUÇÃO:



ESTAÇÕES DO ANO – DIFERENTES CONDIÇÕES DO AR EXTERNO

DESUMIDIFICAÇÃO:

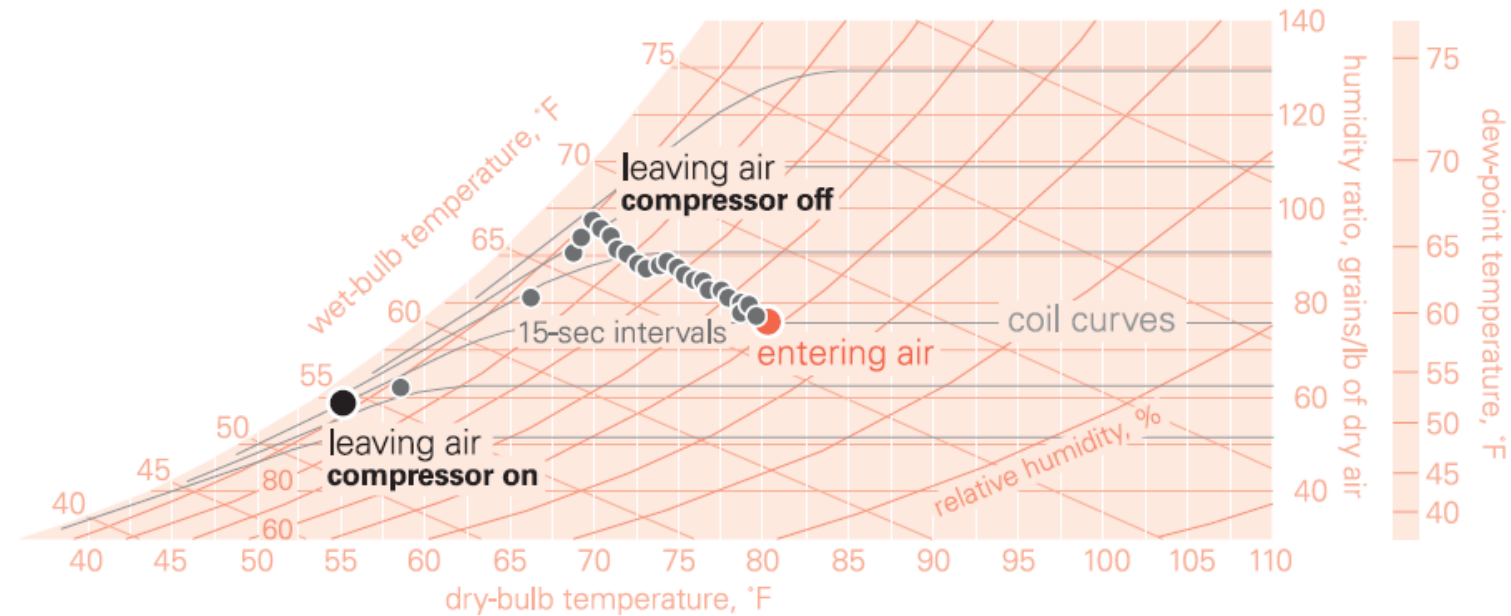
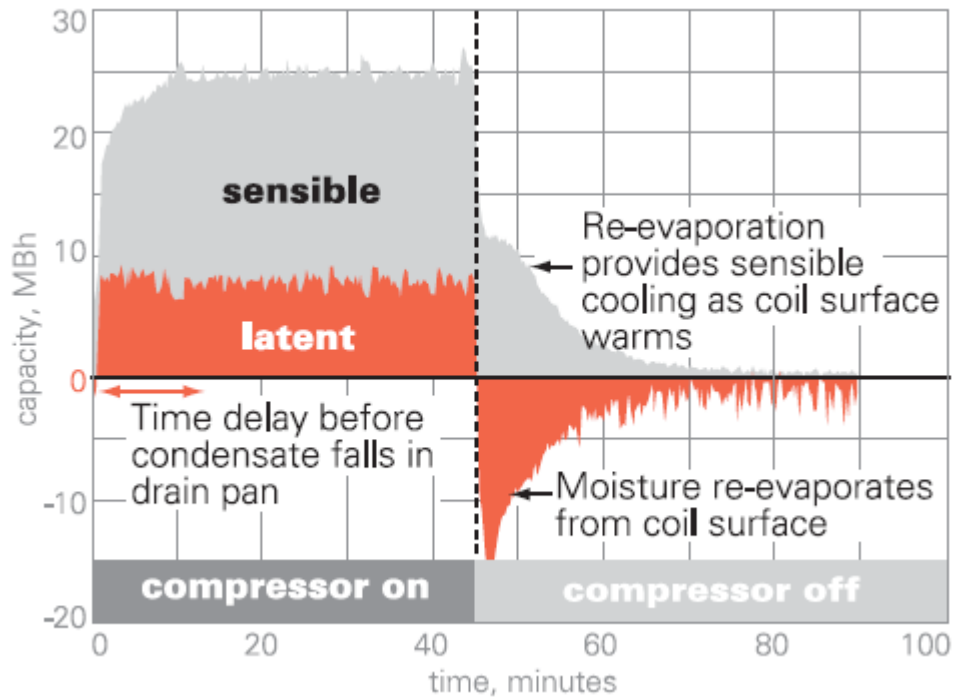
DEFICIÊNCIA DE DESUMIDIFICAÇÃO EM SISTEMAS COM VAZÃO DE AR CONSTANTE OPERANDO EM CARGA PARCIAL:



Trane Engineers Newsletter volume 33-2

DESUMIDIFICAÇÃO:

DEFICIÊNCIA DE DESUMIDIFICAÇÃO EM SISTEMAS COM VAZÃO DE AR CONSTANTE OPERANDO EM CARGA PARCIAL:

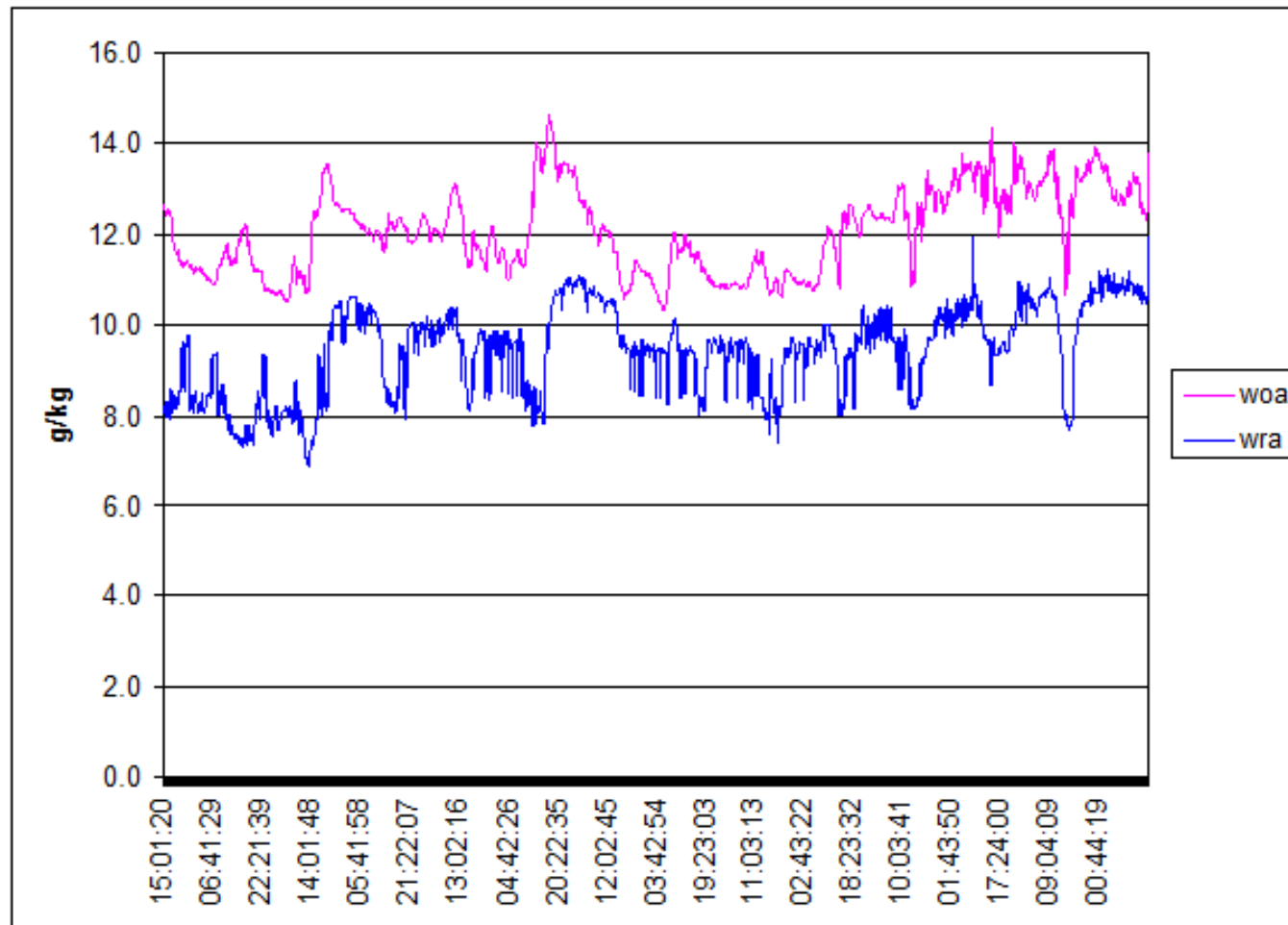


Trane Engineers Newsletter volume 33-2

DESUMIDIFICAÇÃO:

ESTUDO DE CASO:

- Monitoramento semanal de umidade absoluta em ambiente com sistema VRF operando em carga parcial com insuflação de ar externo (RJ) sem tratamento (externo x interno)



Woa – Umidade absoluta do ar externo
Wra – Umidade absoluta do recinto

AHRI STANDARD 920 ou 921:

ANSI/AHRI Standard 920 (I-P)

ANSI/AHRI Standard 921 (SI)

2015 Standard for
**Performance Rating of DX-
Dedicated Outdoor Air System
Units**

2015 Standard for
**Performance Rating of DX-
Dedicated Outdoor Air System
Units**



AHRI Air-Conditioning, Heating,
and Refrigeration Institute

2111 Wilson Boulevard, Suite 500 PH 703.524.8800
Arlington, VA 22201, USA FX 703.562.1942
www.ahrinet.org

Approved by ANSI on November 6, 2015



AHRI Air-Conditioning, Heating,
and Refrigeration Institute

2111 Wilson Boulevard, Suite 500 PH 703.524.8800
Arlington, VA 22201, USA FX 703.562.1942
www.ahrinet.org

Approved by ANSI on November 6, 2015

AHRI STANDARD 920 ou 921:

ANSI/AHRI STANDARD 920 (I-P) ou 921 (SI) - 2015 Performance Rating of DX Dedicated Outdoor Air System Units

DX-DOAS – DEFINIÇÃO AHRI 920:

Equipamento de expansão direta (DX) com condensação a ar ou a água para desumidificação de 100% de ar externo para uma determinada condição de ponto de orvalho e aquecimento para controle da temperatura de saída. Podem incorporar recuperadores de calor ar-ar, desumidificadores dessecantes e outros dispositivos de transferência de calor e massa.

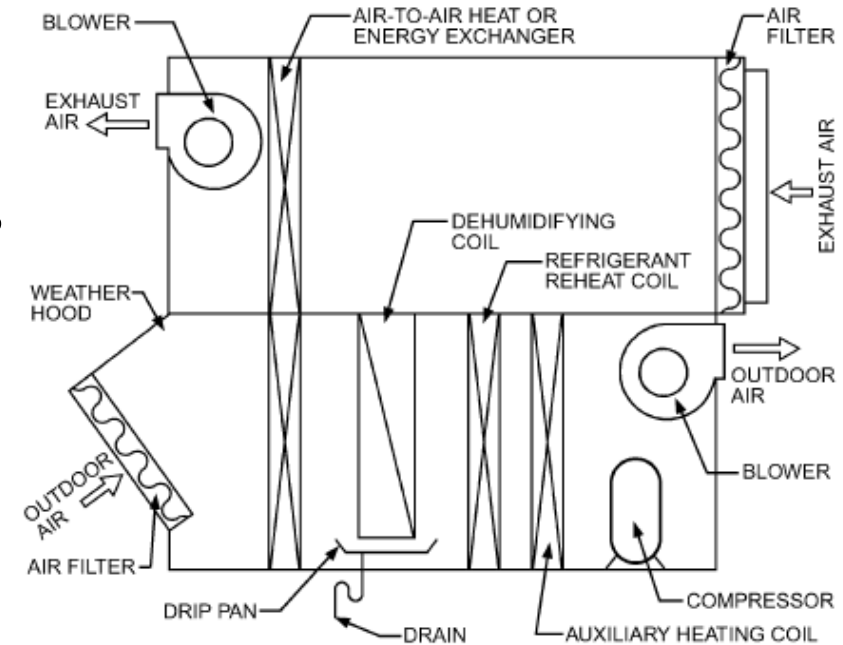


Fig. 7 DX-DOAS Unit with Exhaust Air Heat/Energy Recovery

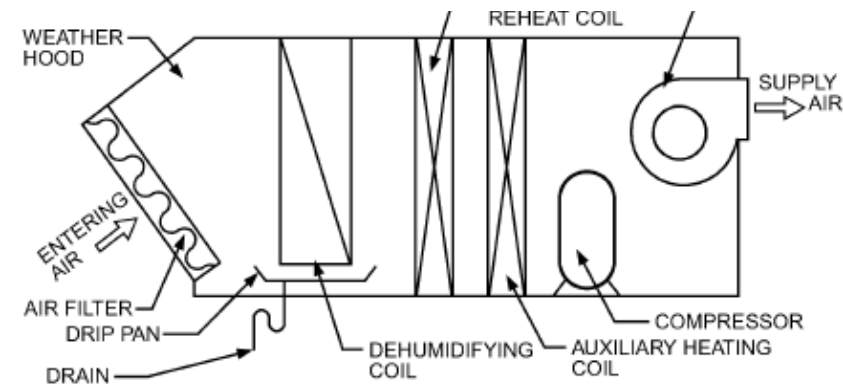


Fig. 6 DX-DOAS Unit

AHRI STANDARD 920 ou 921:

NOVOS CONCEITOS - EFICIÊNCIA:

AHRI STANDARD 550/590 - Performance Rating of Water-chilling and Heat Pump Water-heating Packages Using the Vapor Compression Cycle

COP (kW / kW), EER (BTU / W-hr), kW / Ton

AHRI STANDARD 340/360 - Performance Rating of Commercial and Industrial Unitary Air-conditioning and Heat Pump Equipment

EER (BTU / W-hr)

AHRI STANDARD 920 - Performance Rating of DX Dedicated Outdoor Air System Units

MRC (lbs/hr ou kg/h) – Moisture Removal Capacity

$$MRE = \frac{MRC \text{ (lbs/hr)}}{\text{Potência total (kW)}} \quad \text{ou} \quad MRE = \frac{MRC \text{ (kg/h)}}{\text{Potência total (kW)}}$$

AHRI STANDARD 920 ou 921:

NOVOS CONCEITOS – EFICIÊNCIA EM CARGA PARCIAL:

AHRI STANDARD 550/590 - Water-chilling and Heat Pump Water-heating Packages

$$\text{IPLV} = (0,01 \times A) + (0,42 \times B) + (0,45 \times C) + (0,12 \times D)$$

A, B, C, D = COP ou EER a 100%, 75%, 50%, 25%

AHRI STANDARD 340/360 - Commercial and Industrial Unitary Air-conditioning and Heat Pump

$$\text{IEER} = (0,020 \times A) + (0,617 \times B) + (0,238 \times C) + (0,125 \times D)$$

A, B, C, D = EER a 100%, 75%, 50%, 25%

AHRI STANDARD 920 - Performance Rating of DX Dedicated Outdoor Air System Units

$$\text{ISMRE} = (0,12 \times A) + (0,28 \times B) + (0,36 \times C) + (0,24 \times D)$$

A, B, C, D = Diferentes condições psicrométricas do ar externo

AHRI STANDARD 920 ou 921:

NOVOS CONCEITOS – CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO:

SAÍDA:

Para qualquer condição de operação do equipamento, o ar deve ser desumidificado para uma condição de saída com temperatura de ponto de orvalho inferior a 55 °F ou 13 °C

ENTRADA:

AHRI STANDARD 920 ou 921:

NOVOS CONCEITOS – CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO:

ENTRADA:

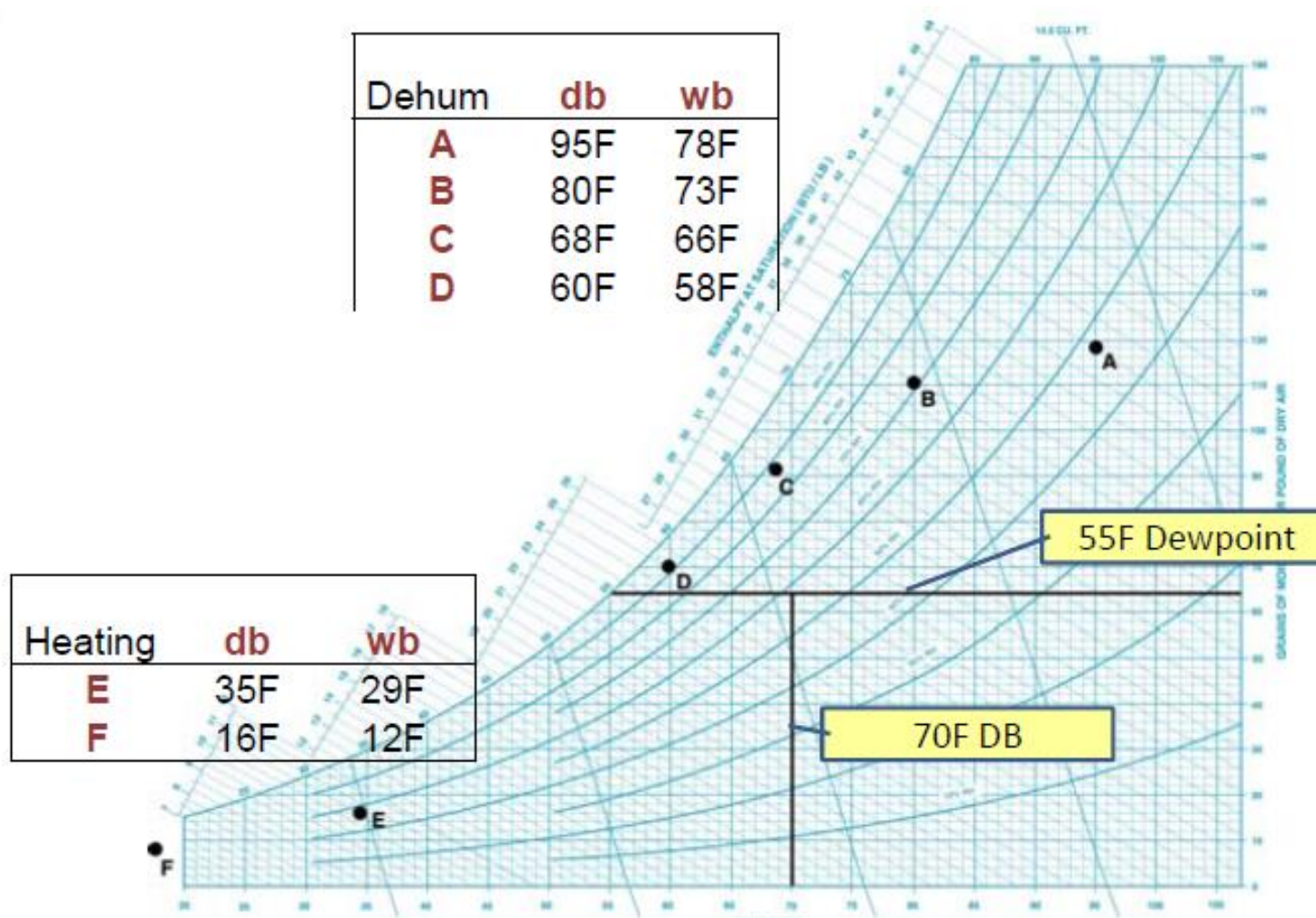
AHRI 550/590				
IPLV = (0,01 x A) + (0,42 x B) + (0,45 x C) + (0,12 x D)				
Condição	A	B	C	D
Entrada da água no condensador (°C)	29,4	23,9	18,3	18,3

AHRI 340/360				
IEER = (0,020 x A) + (0,617 x B) + (0,238 x C) + (0,125 x D)				
Condição	A	B	C	D
Entrada no evaporador (°C) - BS	26,7	26,7	26,7	26,7
Entrada no evaporador (°C) - BU	19,5	19,5	19,5	19,5
Entrada no condensador (°C)	35,0	27,5	20,0	18,3

AHRI 920				
ISMRE = (0,12 x A) + (0,28 x B) + (0,36 x C) + (0,24 x D)				
Condição	A	B	C	D
Entrada no evaporador (°C) - BS	35,0	26,7	20,0	15,6
Entrada no evaporador (°C) - BU	25,6	22,8	18,9	14,4
Entrada no condensador (°C)	35,0	26,7	20,0	15,6

AHRI STANDARD 920 ou 921:

NOVOS CONCEITOS – CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO:



AHRI STANDARD 920 ou 921:

REAQUECIMENTO DO AR:

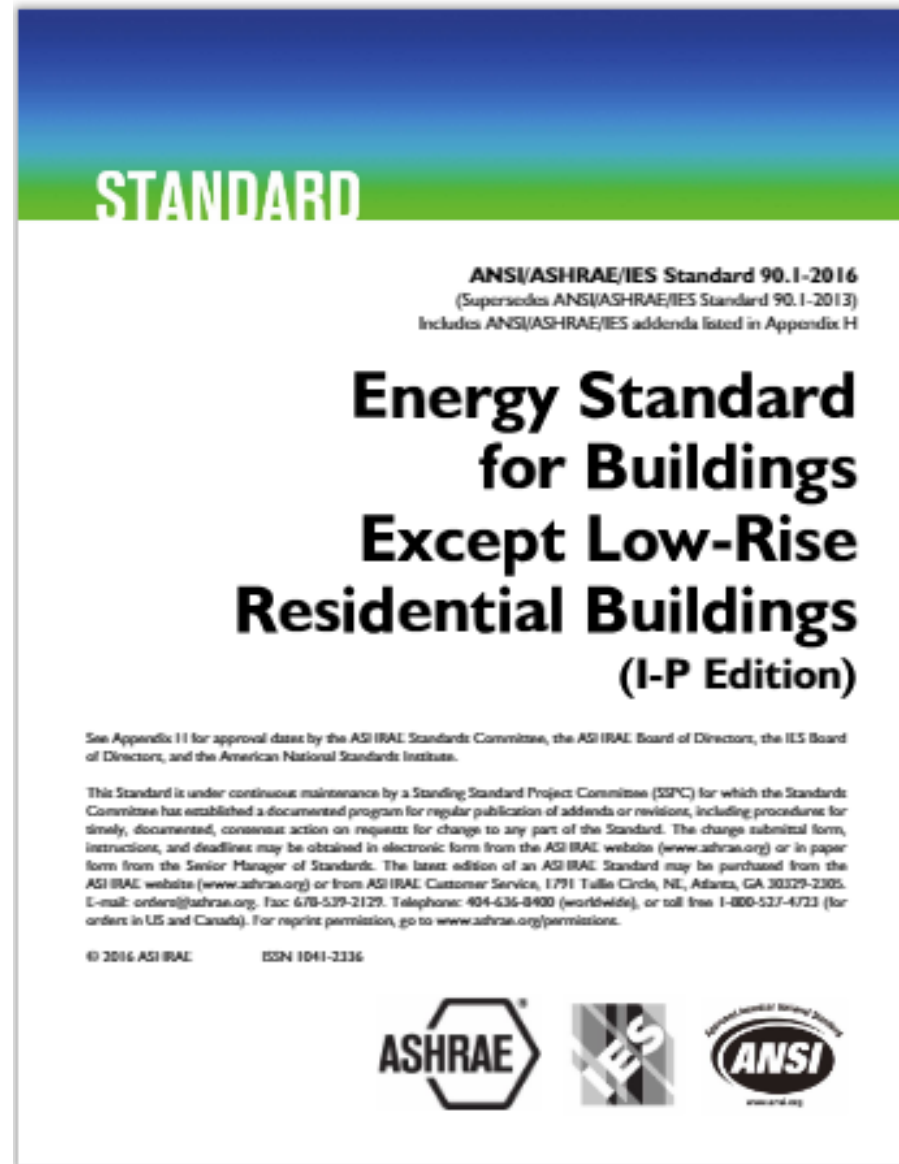
Para operação no modo desumidificação, o ar deve ser reaquecido para uma temperatura neutra de 70 °F ou 21 °C.

O reaquecimento pode ser realizado com calor recuperado do ciclo de compressão de vapor (*Hot Gas Reheat*) e/ou trocador de calor ar-ar ou outro dispositivo de transferência de calor e massa.

Penalização para o uso adicional de energia para reaquecimento

AR EXTERNO NEUTRO x AR EXTERNO RESFRIADO ?
(ASHRAE Standard 90.1 2016 tem uma boa resposta)

ASHRAE STANDARD 90.1 2016:



ASHRAE STANDARD 90.1 2016:

Seção 6.4.1 – Requisitos de eficiência mínima

- o. Table [6.8.1-15](#), “Electrically Operated *DX-DOAS Units*, Single-Package and Remote Condenser, without *Energy Recovery*—Minimum *Efficiency* Requirements”
- p. Table [6.8.1-16](#), “Electrically Operated *DX-DOAS Units*, Single-Package and Remote Condenser, with *Energy Recovery*—Minimum *Efficiency* Requirements”

ASHRAE STANDARD 90.1 2016:

TABELA ASHRAE 90.1 – DX-DOAS sem recuperador de calor

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

Equipment Type	Subcategory or Rating Condition	Minimum <i>Efficiency</i>	Test Procedure
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 (heating mode)	Ground source, closed loop	2.0 <i>ISCOP</i>	AHRI 920
	Ground-water source	3.2 <i>ISCOP</i>	
	Water source	3.5 <i>ISCOP</i>	

ASHRAE STANDARD 90.1 2016:

TABELA ASHRAE 90.1 DX-DOAS com recuperador de calor

Table 6.8.1-16 Electrically Operated DX-DOAS Units, Single Package and Remote Condenser, with Energy Recovery—Minimum Efficiency Requirements

Equipment Type	Subcategory or Rating Condition	Minimum Efficiency	Test Procedure
Air cooled (dehumidification mode)		5.2 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
Air source heat pumps (dehumidification mode)		5.2 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
Water cooled (dehumidification mode)	Cooling tower condenser water	5.3 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
	Chilled Water	6.6 <i>ISMRE</i>	
Air source heat pump (heating mode)		3.3 <i>ISCOP</i>	AHRI 920
Water source heat pump (dehumidification mode)	Ground source, closed loop	5.2 <i>ISMRE</i>	AHRI 920
	Ground-water source	5.8 <i>ISMRE</i>	
	Water source	4.8 <i>ISMRE</i>	
Water source heat pump (heating mode)	Ground source, closed loop	3.8 <i>ISCOP</i>	AHRI 920
	Ground-water source	4.0 <i>ISCOP</i>	
	Water source	4.8 <i>ISCOP</i>	

ASHRAE STANDARD 90.1 2016:

AR EXTERNO NEUTRO x RESFRIADO ?

O processo de desumidificação por resfriamento na unidade DOAS leva o ar a uma temperatura mais baixa que o ambiente, o que é favorável para uma operação com carga térmica de resfriamento (verão).

A ASHRAE Standard 90.1 2016 reconhece que o ar não ser reaquecido acima de 60 °F (15 °C) quando a carga térmica predominante for de resfriamento (*Section 5.2.6*).

6.5.2.6 Ventilation Air Heating Control

Units that provide *ventilation* air to multiple zones and operate in conjunction with zone heating and cooling *systems* shall not use heating or heat recovery to warm supply air above 60°F when representative *building* loads or *outdoor air* temperature indicate that the majority of zones require cooling.

AHRI 920 / ASHRAE STANDARD 90.1:

EXEMPLO DE DESEMPENHO DE EQUIPAMENTO DX-DOAS SEM RECUPERAÇÃO DE CALOR BASEADO NO CONCEITO DA AHRI 920:

Test Condition	Weight	Unit CFM	Coil LAT (db)	DX MBH Capacity	Unit EER	MRC lbs/h	MRE
98/78	12%	3,000	54.5	249.0	11.2	95.7	4.3
80/73	28%	3,000	53.5	193.9	12.9	97.2	6.5
68/66	36%	3,000	46.8	164.9	12.6	87.6	6.8
60/58	24%	3,000	50.1	66.4	11.2	28.3	5.0
(Weighted Value) → ISMRE							6.0

ASHRAE STANDARD 90.1 2016:

REFERÊNCIAS:

- AHRI 920 2015 Standard for Performance Rating of DX Dedicated Outdoor Air System Units
- AHRI 340/360 2015 Standard for Performance Rating of Commercial and Industrial Unitary Air-conditioning and Heat Pump Equipment
- AHRI 550/590 Standard for Performance Rating of Water-chilling and Heat Pump Water-heating Packages Using the Vapor Compression Cycle
- ASHRAE 90.1 2016 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
- Understanding AHRI 920 and ISMRE Rating – HPAC Jul 2018
- AHRI 920 Performance Rating – Application Note 24 – Desert Aire
- AHRI 920 Rating Standard for DX Dedicated Outdoor-Air Units – Trane Engineers Newsletter – Volume 45-4
- It may take more than you think to Dehumidify with Constant-Volume Systems – Trane Engineers Newsletter – Volume 29-4
- ASHRAE DESIGN GUIDE for Dedicated Outdoor Air Systems



XVIII ENCONTRO NACIONAL
DE EMPRESAS PROJETISTAS
E CONSULTORES DA ABRAVA



28, 29 E 30 DE NOVEMBRO DE 2018

A EXCELÊNCIA DO PROJETO
DE CLIMATIZAÇÃO E SEU
REFLEXO NO CONFORTO
E CUSTO OPERACIONAL.



Eng. Mauricio de Barros

(21) 2233-4302

mbarros@consultar.eng.br