

Índice

pagina

1. Escopo e campo de aplicação	1
2. Unidades	1
3. Referencias	1
4. Definições	1
5. Tipos de secadores de ar comprimido	3
6. Condições de referencia e parâmetros de desempenho básico.....	3
7. Especificações.....	4
8. Dados para comparação de desempenho	6
9. Medição de desempenho e testes	7
10. Tolerancias admissíveis em relação aos valores padrão	8

Anexos

A. Relatório de teste	9
B. Sistema de teste típico para um secador de ar comprimido	10
C. Tabela de pressão de saturação e densidade do vapor d'água puro	12

1. Escopo e campo de aplicação

Esta norma especifica as condições de referencia , métodos de ensaios aplicáveis e os mais importantes dados característicos dos diferentes tipos de secadores de ar comprimido.

É aplicável aos secadores de ar comprimido trabalhando na pressão manométrica de 0,16 a 40 MPa (1,6 a 400 bar) , com as seguintes exceções :

- a) Secadores por absorção líquida
- b) Resfriamento com resfriadores posteriores
- c) Secadores por sobrecompressão

2. Unidades

Serão utilizadas as unidades do SI (Sistema Internacional de Unidades , veja ISO 1000) como padrão recomendado .

Entretanto , é aceitável a utilização de outras unidades comuns em aplicações pneumáticas , aceitáveis pelo ISO ; de acordo com a tabela 1

Tabela 1 - Unidades aceitáveis pela ISO

Parâmetro	Nome da Unidade	Símbolo da Unidade	Definição
pressão	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa
volume	litro	l	1 litro = 1 dm ³
tempo	minuto hora	min h	1 min = 60 s 1h=60min=3600 s

3. Referencias

ISO 131 - *Acoustica - Expression of physical and subjective magnitudes of sound or noise in air*

ISO 266 - *Acoustics - Preferred frequencies for measurements*

ISO 1000 - *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

ISO 1217 - *Displacement compressors - Acceptance tests*

ISO 5167 - *Measurement of fluid flow by means of orifice plates , nozzles an Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full*

ISO 5388 - *Stationary air compressors - Safety rules and code of practice práticas*

IEC Publicação 51 - *Recommendations for direct acting indicating electrical measuring instruments and their accessories*

IEC Publicação 651 - *Sound level meters*

4. Definições

4.1 Conteúdo de umidade (gramas por metro cubico) : Relação entre a massa de água condensada e vapor d'água e o volume total da mistura ar + água (condensada + vapod'água)

4.2 Concentração de vapor d'água (gramas por metro cubico) : Relação entre a massa de vapor d'água e a massa do volume total da mistura ar + agua (condensada + vapod'água)

4.3 Razão vapor dágua : Relação massica entre o vapor d'água e o ar seco .

NOTA : Não é recomendada a indicação da Razão vapor d'água em partes por milhão (ppm) . Quando partes por milhão são usadas deve estar claramente indicado quando é referido a massa ou a volume.

4.4 Pressão parcial (mbar) : É a pressão absoluta exercida por qualquer componente de uma mistura , se ele ocupasse sozinho o volume total , na mesma temperatura da mistura.

4.5 Pressão de saturação (mbar) : É a máxima pressão parcial do vapor , a uma determinada temperatura a partir da qual inicia-se sua condensação . (veja ANEXO C).

4.6 Umidade Relativa : Relação entre a pressão parcial (mbar) do vapor d'água e a sua pressão de saturação (mbar) na mesma temperatura.

4.7 Ponto de Orvalho (grau Celsius) : Temperatura referida a determinada pressão , na qual o vapor d'água contido numa mistura começa a condensar .

4.7.1 Ponto de Orvalho na pressão atmosférica : Ponto de Orvalho medido na pressão atmosférica.

NOTA : Não deve ser usado Ponto de Orvalho na pressão atmosférica nas aplicações com ar seco comprimido.

4.7.2 Ponto de Orvalho pressurizado : ponto de Orvalho medido na pressão de operação , o qual deve ser utilizado para ar comprimido seco.

4.7.2.1 Ponto de Orvalho pressurizado , valor nominal : Ponto de Orvalho obtido em um secador , que não pode normalmente ser ultrapassado quando em operação dentro das condições de projeto.

4.8 Vazão nominal : Vazão volumétrica de ar úmido referida na condição padrão de pressão absoluta de 1 bar e temperatura de 20°C (ver ISO 1217) .

4.8.1 Vazão na entrada do secador : Máxima vazão de ar admissível pelo secador (nas condições descritas no item 4.8) , incluindo a vazão necessária para desorção , resfriamento e pressurização .

NOTA : Caso não seja especificado em contrário , a vazão de entrada é considerada como vazão nominal .

4.8.2 Vazão na saída do secador : Máxima vazão disponível fornecida pelo secador (nas condições descritas no item 4.8) , isto é , descontado o ar para desorção , resfriamento e pressurização .

4.9 Material Adsorvente : Substancia com propriedades de reter água sem mudança de estado ; por exemplo , sílica gel SiO_2 , alumina ativada Al_2O_3 .

4.10 Adsorção : Processo físico no qual as moléculas de gás ou vapor aderem na superfície de um sólido dessecante.

4.11 Desorção : Processo de remoção das moléculas de gás ou vapor retidas por um material de adsorção.

4.11.1 Regeneração : Desorção e preparação do material de adsorção para um novo ciclo de operação

4.12 Absorção : Processo de atração de uma substancia dentro da massa de outra , sendo que a substancia absorvida desaparece fisicamente . É um processo químico .

4.12.1 Absorção líquida : Secagem de gás pelo contato com um líquido dessecante (por exemplo , trietilenoglicol , ácido sulfúrico) .

4.12.2 Deliquescência : Processo espontâneo que acontece quando um material sólido solúvel (substancia deliquescente) absorve água e se torna líquido .

4.13 Secagem por refrigeração : Método de se condensar parte do vapor d'água pela redução de temperatura .

4.14 Secagem por sobrecompressão : Método de secagem do ar pela compressão em uma pressão maior do que a pressão de trabalho normal .

4.15 Agente Refrigerante : É o fluido utilizado para condensação do fluido frigorígeno (frigorífico)

5. Tipos de secadores de ar comprimido

5.1 Secadores por absorção

5.1.1 São secadores que removem o vapor d'água do ar comprimido , onde o absorvente reage quimicamente com o vapor d'água , formando uma solução . A solução hidratada é drenada; o absorvente normalmente não é recuperado.

São classificados em :

5.1.1.1 Secadores por líquido dessecante

5.1.1.2 Secadores por substancias deliquescentes

5.2 Secadores por adsorção

5.2.1 São secadores que removem o vapor d'água do ar comprimido pela atração e adesão de moléculas em estado líquido ou gasoso na superfície de um sólido . O material adsorvente pode ser regenerado com a remoção da água adsorvida.

São classificados em :

5.2.1.1 Regeneração a frio ("Heatless") : Regeneração é obtida com a utilização de ar seco expandido e não aquecido.

5.2.1.2 Regeneração com aquecimento interno : Regeneração é obtida pela circulação de ar ambiente ou ar seco aquecido através de aquecedor interno .

5.2.1.3 Regeneração com aquecimento externo : Regeneração é obtida pela circulação de ar ambiente ou ar seco aquecido através de aquecedor externo .

5.3 Secadores por refrigeração

5.3.1 São secadores que removem o vapor d'água do ar comprimido pelo resfriamento do mesmo em um circuito de refrigeração.

São classificados em :

5.3.1.1 Água gelada : Secagem é obtida pelo resfriamento do ar em um trocador de calor utilizando água gelada.

5.3.1.2 Massa térmica : Secagem é obtida pela evaporação do refrigerante dentro de um trocador de calor , com reserva de energia na massa térmica.

5.3.1.3 Expansão direta : Secagem é obtida pela evaporação do refrigerante dentro de um trocador de calor , que promove a troca de calor direta entre este refrigerante e o ar externo .

5.3.1.4 Inundado : Secagem é obtida pela evaporação do refrigerante em um trocador de calor inundado com o fluido frigorígeno.

5.4 Secagem obtida pela combinação de alguns sistemas descritos acima .

6. Condições de referencia e parâmetros de desempenho básico

6.1 As condições de referencia e parâmetros de desempenho são necessárias para definir o desempenho do secador de ar a fim de se comparar um modelo com o outro.

As condições referidas na Tabela 2 formam uma parte invariável de qualquer especificação que esteja de acordo com esta norma.

Os parâmetros de desempenho da Tabela 3 devem formar uma segunda e variável parte de uma especificação.

Tabela 2 - Condições de Referencia

Parâmetro	Unidade	Valor	Tolerância
Temperatura entrada	°C	38	± 1 °C
Pressão entrada	bar	7	± 7 %
Ponto orvalho pressurizado entrada	°C	38	± 2 °C
Temp. do ar ambiente de resfriamento do condensador	°C	38	± 3 °C
Temp. da água de resfriamento do condensador	°C	30	± 3 °C

Tabela 3 - Parâmetros de Desempenho Básico

Parâmetro	Unidade	Valor
Ponto orvalho pressurizado saída	°C	como especificado
Vazão saída	l/s	como especificado
Perda de carga no secador	bar	como especificado

7. Especificações

Os dados fornecidos na Tabela 4 devem , se aplicável , serem fornecidos quando for especificado e inspecionado um secador de ar comprimido . Outros detalhes relevantes como condições para áreas explosivas , perigosas , etc , devem ser também incluídas .

Tabela 4 - Folha de Dados

Item	Descrição	Símbolo	Unidade	Observações	Notas
7.0	Tipo do compressor de ar	-	-		Especificar o tipo do compressor (por exemplo alternativo ou rotativo), o tipo de lubrificação (não lubrificado, lubrificado, etc) e o tipo de resfriamento (a ar, água ou óleo). Ver ISO 5388
7.1	Modo de operação da instalação de ar comprimido	-	-	Continua / Intermitente	Detalhes devem ser fornecidos sobre os intervalos de operação, posição do secador de ar no sistema, etc
7.2	Volume do reservatório de ar	V	l		Especificar o volume do reservatório
7.3	Vazão de ar de entrada de acordo com o descrito no item 4.10.1	q_{vl}	l/s		A máxima vazão de ar de entrada admissível pelo secador nas condições de referência, incluindo o ar para regeneração, pressurização e resfriamento
7.4	Pressão efetiva do ar comprimido	p_l	bar		A pressão de entrada do ar deve ser especificada
7.5	Temperatura do ar comprimido	t_l	°C		A temperatura de entrada do ar comprimido afeta o desempenho do secador, devendo ser especificada
7.6	Ponto de Orvalho do ar comprimido na entrada do secador	PO_{p_l}	°C		Se o secador estiver instalado imediatamente na saída do resfriador posterior, o ar comprimido pode ser considerado saturado. No entanto, a umidade na entrada deve ser medida, se o secador estiver instalado após o reservatório ou longe do resfriador posterior
7.7	Perda de carga no secador	Δp	bar		-
7.8	Quantidade de óleo no ar comprimido	-	g/m ³		Deve ser fornecido o tipo e quantidade de óleo na entrada do secador
7.9	Componentes agressivos no ar	-	-		Qualquer componente agressivo deve ser indicado
7.10	Agente refrigerante	-	-	Água / Ar	-
7.11	Temperatura do Agente Refrigerante	t_{ARI}	°C		A temperatura do meio refrigerante disponível deve ser indicada
7.11.1	Qualidade do refrigerante	-	-		Qualquer componente agressivo deve ser indicado
7.11.2	Pressão do agente refrigerante	-	bar		-
7.12	Posição do secador de ar	-	-	Antes ou depois do reservatório	Quando se projeta ou dimensiona um secador de ar comprimido, é importante a posição do reservatório, devendo ser informada
7.13	Instalação do secador	-	-	Abrigada ou ao tempo	É necessário informar as condições de instalação do secador (por exemplo abrigado, ao tempo, área perigosa, etc)
7.14	Condições do ambiente (min/máx)	-	-		Qualquer condição especial deve ser informado com o pedido de cotação, como por exemplo agentes corrosivos, agressivos, etc
7.15	Condições elétricas disponíveis	-	-		Incluir voltagem, frequência e número de fases
7.16	Condições do vapor	-	bar	-	-
	pressão	-	°C	-	-
	temperatura	-	-	-	-

NOTA : A vida útil do material de adsorção e dos filtros é importante ; entretanto ela está fora do controle do fornecedor pois é influenciada por fatores tais como perda de carga, conteúdo de água, óleo e partículas sólidas no ar comprimido.

8. Dados para comparação de desempenho

Os dados que devem ser especificados para comparação do desempenho e para aceitação técnica estão listados na tabela 5

Tabela 5 - Folha de dados para comparação de desempenho dos fornecedores

Item	Descrição	Símbolo	Unidade	Notas
8.1	Tipo de secador de ar comprimido	-	-	Detalhes específicos com atenção a operação, projeto/tipo do secador de ar comprimido devem ser fornecidos tão bem como a especificação dos equipamentos fornecidos no conjunto conforme item 5 e seu escopo de fornecimento.
8.2	Modo de operação do secador de ar comprimido	-	-	Detalhes sobre o modo de operação do secador de ar comprimido. Adsorção : manual ou automático Refrigeração : liga desliga por compressor frigorígeno
8.3	Ciclo operação total (operação + regeneração)	-	s	Valido para secador por adsorção
8.4	Vazão de ar na saída do secador	q_{v2}	l/s	A vazão de ar comprimido fornecida pelo secador nas condições de referencia , isto é , descontado a máxima vazão utilizada para desorção , pressurização e resfriamento.
8.7	Temperatura de saída do ar seco	t_2	°C	A temperatura deve ser informada
8.8	Perda de carga no secador	Δp	bar	Se o secador é fornecido com filtros , estes devem ser incluídos na perda de carga do secador
8.9	O mais alto ponto de orvalho sobre as condições de operação	PO_{p2}	°C	O máximo ponto de orvalho deve ser especificado nas condições de operação
8.10	Vazão do agente refrigerante (agua)	q_{vc2}	L/s	-
8.11	Energia elétrica			
	Potência elétrica do secador de ar , incluindo todos os componentes (isto inclui também o ventilador do condensador) , máximo e médio	P	Kw	-
	Tensão elétrica para comando	-	V	-
8.12	Consumo vapor médio e máximo	-	kg/h	-
8.13	Dados dimensionais	-	in , mm	Os dados dimensionais (dimensões , conexões , etc) devem ser fornecidos
8.14	Nível de ruído do secador	-	dB	-

NOTA : Em adição às condições de referencia (ver Tabela 2) e aos parâmetros de desempenho (ver Tabela 3) , dados adicionais podem ser necessários no momento de comparações de desempenho . Tabela 4 indica estes itens que podem ser relevantes

9. Medição de Desempenho e Ensaios

Quando acordado entre o cliente e o fabricante , os Ensaios seguirão as seguintes condições:

9.1 Condições de Ensaio

Para obter resultados de Ensaios válidos , condições de operação constantes (pressão e temperatura do ar de entrada , ponto de orvalho na entrada , etc) são requeridas . Estas condições devem ser listadas no relatório de Ensaios . Os Ensaios devem ser conduzidos de acordo com as condições descritas na Tabela 2 . Dados de desempenho devem então ser comparados aos dados de projeto selecionados , com a adequada correção das tolerâncias de medição .

9.2 Conversão dos resultados dos Ensaios

As condições de Ensaio e resultados algumas vezes não coincidem exatamente com as condições de referencia e os parametros de desempenho selecionados . A conversão precisa destes dados deve ser acordada entre o fabricante e o usuário.

9.3 Relatório de Ensaios

O formulário de Relatório de Ensaios é fornecido no ANEXO A.

9.4 Sistema de Ensaio para secadores de ar comprimido

O diagrama de um típico sistema de Ensaio para secadores de ar comprimido (veja figura 1) e notas a respeito do simbolos usados são descritos no ANEXO B .

9.5 Pressão de saturação e densidade do vapor d'agua puro

Extraído do “ Smithsonian Meteorological Tables and the National Bureau of Standards and National Research Council of Canadá “ : Estas tabelas são fornecidas no ANEXO C .

9.6 Equipamentos de medição e precisão

9.6.1 Vazão de ar comprimido

Medidores de vazão devem medir com uma precisão de $\pm 3\%$, como por exemplo :

- Com rotametro calibrado ;
- Com orificio ou placas de acordo com ISO 5167 ou com placas de acordo com ISO 1217 , anexo E ;

9.6.2 Temperatura

Temperatura deve ser medida com uma precisão de $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$

9.6.3 Pressão e perda de carga

Perda de carga é a perda total de pressão entre a entrada e a saída , como entregue o secador . Se o secador é entregue com filtros , estes devem ser inclusos .

Pressão e perda de carga devem ser medidos com precisão de $\pm 0,07\text{ bar}$ e $0,035\text{ bar}$ respectivamente .

9.6.4 Ponto de orvalho pressurizado

O ponto de orvalho pressurizado (veja item 4.9.2) deve ser medido na saída do secador . O instrumento de medição usado deve ter precisão de acordo com a indicada na tabela 6 .

Tabela 6 - Precisão da medição de ponto de orvalho

Faixa de ponto de orvalho ($^\circ\text{C}$)	Precisão ($^\circ\text{C}$)
-100 até - 40	± 2
-40 até - 10	± 1
-10 e acima	$\pm 0,5$

Nota : Se requerido pelo cliente , o método de medição deve ser descrito .

9.6.5 Energia Elétrica

Consumo elétrico , incluindo todas as partes e componentes do secador , devem ser incluídas no Ensaio de consumo elétrico e devem ser medidas com um watometro calibrado ou , no caso de motores elétricos trifásicos , de acordo com o método de dois watometros . O(s) instrumento(s) devem ser no mínimo de classe 1 de acordo com “IEC Publication 51 “ . O circuito em diagrama do método dos dois watometros é mostrado na figura 2 .

9.6.6 Vazão de agente refrigerante (agua)

Medidores de vazão devem medir com uma precisão de $\pm 3\%$

9.6.7 Vazão vapor

Medidores de vazão devem medir com uma precisão de $\pm 3\%$

9.6.8 Nível de ruído

Se a medição do nível de ruído é requerida , por acordo entre o usuário e o fornecedor , é recomendado que o nível de ruido seja medido utilizando-se um medidor do tipo 1 , de acordo com “IEC Publication 651 “ , e os resultados expressos de forma como sugerido na ISO 131 , utilizando-se de preferencia as frequencias da ISO 266 .

9.7 Tipos Secadores

9.7.1 Secadores por refrigeração

O consumo elétrico total da unidade completa deve ser medida de acordo com o item 9.6.5 por um periodo de tempo razoável .

9.7.2 Secadores por adsorção com regeneração a frio

A vazão de ar para regeneração e as perdas de ar do sistema pneumático (se houver) , juntamente com os outros requisitos elétricos devem ser medidos em condições de operação constantes .

9.7.3 Secadores por adsorção com regeneração a quente

A eletricidade e/ou vapor usados como fonte de regeneração devem ser descritos em kilowatt hora ou kg/h pelo ciclo total de secagem , e o ciclo nominal de operação especificado . A vazão de ar para regeneração e as perdas de ar do sistema pneumático (se houver) , juntamente com os outros requisitos elétricos devem ser medidos em condições de operação constantes .

9.8 Exames gerais

A unidade sobre pressão deve ser examinada quanto a resistência mecânica e estanqueidade , e os resultados devem ser incluídos no relatório em conformidade com as normas nacionais .

9.9 Ensaio de aceitação

As despesas e custo de qualquer ensaio devem ser acordadas por escrito entre o fornecedor e o usuário no momento do fechamento do contrato .

10. Tolerancias admissíveis em relação aos valores padrão

10.1 A vazão de saída de um novo secador , quando operado no ponto de orvalho especificado e nas demais condições de projeto, não deve cair abaixo de 5 % do valor nominal .

10.2 O consumo elétrico total de um novo secador , dividido pela correspondente vazão de ar na saída do secador , não deve exceder o valor calculado para as condições de projeto em mais de 5% .

10.3 A perda de carga de todo o conjunto de secagem , não deve exceder o valor de projeto em mais de 10 % .

ANEXO A

Formulário de Relatório de Ensaios

As seguintes informações , em complemento aos dados informados nos itens 7 e 8 , devem ser providenciados de acordo com o item 6 e certificado pelo fabricante .

1 Cliente: 2 Referência do cliente :

3 Secador tipo :

4 Modelo No.:

5 Número de Série.:

Características Construtivas

6 Código de construção dos vasos :

7 Código de construção elétrica :

8 Regulamentos aplicáveis ou requerimentos de aprovação:

9 Outras especificações (válvulas de segurança,etc) :

Instrumentos e acessórios utilizados nos ensaios

10 Manômetros :

11 Termômetros :

12 Medidor de ponto de orvalho :

13 Lâmpadas de sinalização :

14 Outros (pressostatos , chaves , etc) :

Resultados dos testes

15 Os resultados dos testes são baseados nas condições de acordo com a Tabela 5

16 Nome do funcionário responsável pelos testes :

17 Data e assinatura das duas partes :

ANEXO B

Sistema de teste típico para um secador de ar comprimido

- 1) Pré filtros e pós filtros devem ser incluídos , se os mesmos fizerem parte integral do secador

Figura 1 - Sistema de teste típico para secadores de ar comprimido

$$\text{Potencia total} = [P_1 . P_2]$$

Figura 2 - Medição de potencia em um circuito trifásico usando o método dos dois watômetros

Simbologia

Definição	Simbolo gráfico
Secador	
Manometro	
Termometro	
Medidor de Vazão	
Medidor de ponto de orvalho	

ANEXO C

Pressão de saturação (P_s) e densidade do vapor d'água puro (p_v)¹⁾

t (°C)	P_s mbar	p_v g/m ³
-100	1,403 X 10 ⁻⁵	1,756 X 10 ⁻⁵
-99	1,719 X 10 ⁻⁵	2,139 X 10 ⁻⁵
-98	2,101 X 10 ⁻⁵	2,599 X 10 ⁻⁵
-97	2,561 X 10 ⁻⁵	3,150 X 10 ⁻⁵
-96	3,117 X 10 ⁻⁵	3,812 X 10 ⁻⁵
-95	3,784 X 10 ⁻⁵	4,002 X 10 ⁻⁵
-94	4,584 X 10 ⁻⁵	5,544 X 10 ⁻⁵
-93	5,542 X 10 ⁻⁵	6,668 X 10 ⁻⁵
-92	6,685 X 10 ⁻⁵	7,996 X 10 ⁻⁵
-91	8,049 X 10 ⁻⁵	9,574 X 10 ⁻⁵
-90	9,672 X 10 ⁻⁵	11,44 X 10 ⁻⁵
-89	11,60 X 10 ⁻⁵	13,65 X 10 ⁻⁵
-88	13,88 X 10 ⁻⁵	16,24 X 10 ⁻⁵
-87	16,58 X 10 ⁻⁵	19,30 X 10 ⁻⁵
-86	19,77 X 10 ⁻⁵	22,89 X 10 ⁻⁵
-85	23,53 X 10 ⁻⁵	27,10 X 10 ⁻⁵
-84	27,96 X 10 ⁻⁵	32,03 X 10 ⁻⁵
-83	33,16 X 10 ⁻⁵	37,78 X 10 ⁻⁵
-82	39,25 X 10 ⁻⁵	44,49 X 10 ⁻⁵
-81	46,38 X 10 ⁻⁵	52,30 X 10 ⁻⁵
-80	0,5473 X 10 ⁻³	0,6138 X 10 ⁻³
-79	0,6444 X 10 ⁻³	0,7191 X 10 ⁻³
-78	0,7577 X 10 ⁻³	0,8413 X 10 ⁻³
-77	0,8894 X 10 ⁻³	0,9824 X 10 ⁻³
-76	1,042 X 10 ⁻³	1,145 X 10 ⁻³
-75	1,220 X 10 ⁻³	1,331 X 10 ⁻³
-74	1,425 X 10 ⁻³	1,550 X 10 ⁻³
-73	1,662 X 10 ⁻³	1,799 X 10 ⁻³
-72	1,936 X 10 ⁻³	2,085 X 10 ⁻³
-71	2,252 X 10 ⁻³	2,414 X 10 ⁻³
-70	2,615 X 10 ⁻³	2,789 X 10 ⁻³
-69	3,032 X 10 ⁻³	3,218 X 10 ⁻³
-68	3,511 X 10 ⁻³	3,708 X 10 ⁻³
-67	4,060 X 10 ⁻³	4,267 X 10 ⁻³
-66	4,688 X 10 ⁻³	4,903 X 10 ⁻³
-65	5,406 X 10 ⁻³	5,627 X 10 ⁻³
-64	6,275 X 10 ⁻³	6,449 X 10 ⁻³
-63	7,159 X 10 ⁻³	7,381 X 10 ⁻³
-62	8,223 X 10 ⁻³	8,438 X 10 ⁻³
-61	9,432 X 10 ⁻³	9,633 X 10 ⁻³
-60	10,80 X 10 ⁻³	10,98 X 10 ⁻³
-59	12,36 X 10 ⁻³	12,51 X 10 ⁻³
-58	14,13 X 10 ⁻³	14,23 X 10 ⁻³

t (°C)	P_s mbar	p_v g/m ³
-57	16,12 X 10 ⁻³	16,16 X 10 ⁻³
-56	18,38 X 10 ⁻³	18,34 X 10 ⁻³
-55	20,92 X 10 ⁻³	20,78 X 10 ⁻³
-54	23,80 X 10 ⁻³	23,53 X 10 ⁻³
-53	27,03 X 10 ⁻³	26,60 X 10 ⁻³
-52	30,67 X 10 ⁻³	30,05 X 10 ⁻³
-51	34,76 X 10 ⁻³	33,90 X 10 ⁻³
-50	39,35 X 10 ⁻³	38,21 X 10 ⁻³
-49	44,49 X 10 ⁻³	43,01 X 10 ⁻³
-48	50,26 X 10 ⁻³	48,37 X 10 ⁻³
-47	56,71 X 10 ⁻³	54,33 X 10 ⁻³
-46	63,93 X 10 ⁻³	60,98 X 10 ⁻³
-45	71,93 X 10 ⁻³	68,36 X 10 ⁻³
-44	80,97 X 10 ⁻³	76,56 X 10 ⁻³
-43	90,08 X 10 ⁻³	85,65 X 10 ⁻³
-42	102,1 X 10 ⁻³	95,70 X 10 ⁻³
-41	114,5 X 10 ⁻³	106,9 X 10 ⁻³
-40	0,1283	0,1192
-39	0,1436	0,1392
-38	0,1606	0,1480
-37	0,1794	0,1646
-36	0,2002	0,1820
-35	0,2232	0,2032
-34	0,2488	0,2254
-33	0,2769	0,2494
-32	0,3079	0,2767
-31	0,3421	0,3061
-30	0,3798	0,3385
-29	0,4213	0,3739
-28	0,4669	0,4127
-27	0,5170	0,4551
-26	0,5720	0,5015
-25	0,6323	0,5521
-24	0,6985	0,6075
-23	0,7709	0,6678
-22	0,8502	0,7336
-21	0,9370	0,8053
-20	1,032	0,8835
-19	1,135	0,9678
-18	1,248	1,060
-17	1,371	1,160
-16	1,506	1,269
-15	1,652	1,367

1) Fonte - " The Smithsonian Meteorological Tables , 6th revised edition (1971) , Washington D.C. for temperatures between -100 and 0°C , and National Bureau of Standards and National Research of Canadá : Steam tables (1984) for temperatures between +7 and +140°C .Valores abaixo 0°C referidos a saturação sobre gelo

t (°C)	P_s <i>mbar</i>	p_v <i>g/m³</i>
-14	1,811	1,515
-13	1,984	1,653
-12	2,172	1,803
-11	2,376	1,964
-10	2,597	2,139
-9	2,837	2,328
-8	3,007	2,532
-7	3,379	2,752
-6	3,625	2,990
-5	4,015	3,246
-4	4,372	3,521
-3	4,757	3,817
-2	5,173	4,136
-1	5,623	4,479
0	6,108	4,487
1	6,572	5,196
2	7,001	5,563
3	7,581	5,952
4	8,136	6,364
5	8,726	6,802
6	9,354	7,265
7	10,02	7,756
8	10,73	8,275
9	11,48	8,824
10	12,28	9,405
11	13,13	10,02
12	14,03	10,67
13	14,98	11,35
14	15,99	12,08
15	17,06	12,84
16	18,19	13,64
17	19,38	14,49
18	20,64	15,38
19	21,98	16,32
20	23,39	17,31
21	24,88	18,35
22	26,45	19,44
23	28,10	20,59
24	29,85	21,80
25	31,69	23,07
26	33,63	24,40
27	35,67	25,79
28	37,82	27,26
29	40,08	28,79
30	42,46	30,40
31	44,95	32,08
32	47,58	33,85
33	50,34	35,70
34	53,23	37,63
35	56,27	39,65
36	59,45	41,76

t (°C)	P_s <i>mbar</i>	p_v <i>g/m³</i>
37	62,80	43,07
38	66,30	46,28
39	69,97	48,64
40	73,81	51,21
41	77,84	53,83
42	82,05	56,57
43	88,46	59,43
44	91,08	62,41
45	95,90	65,52
46	100,9	68,75
47	106,2	72,12
48	111,7	75,63
49	117,4	79,28
50	123,4	83,08
51	129,7	87,03
52	136,2	91,14
53	143,0	95,41
54	150,1	99,85
55	157,5	104,5
56	165,2	109,3
57	173,2	114,2
58	181,6	119,4
59	190,3	124,8
60	199,3	130,3
61	208,7	136,1
62	218,5	142,0
63	228,7	148,2
64	239,3	154,7
65	250,2	161,3
66	261,6	168,2
67	273,5	175,3
68	285,8	182,7
69	298,5	190,3
70	311,8	198,2
71	325,5	206,4
72	339,7	214,4
73	354,5	223,6
74	369,8	232,6
75	385,6	241,9
76	402,1	251,6
77	419,1	261,5
78	436,7	271,8
79	454,9	282,4
80	473,7	293,4
81	493,2	304,7
82	513,4	316,3
83	534,3	328,3
84	555,9	340,7
85	578,2	353,5
86	601,2	366,7
87	625,0	380,2

t (°C)	P_s <i>mbar</i>	p_v <i>g/m³</i>
88	649,6	394,2
89	675,0	408,6
90	701,2	423,4
91	728,2	438,7
92	756,1	454,4
93	785,0	470,6
94	814,7	487,2
95	845,3	504,3
96	876,9	522,0
97	909,5	540,1
98	943,0	558,7
99	977,6	577,8
100	1013,2	597,5
101	1050	617,7
102	1088	638,5
103	1127	659,8
104	1167	681,7
105	1208	704,2
106	1250	727,3
107	1294	751,1
108	1339	775,4
109	1385	800,4
110	1432	826,0
111	1481	852,3
112	1531	879,3
113	1583	906,9
114	1636	935,3
115	1690	964,3
116	1746	994,1
117	1803	1025
118	1862	1056
119	1923	1088
120	1985	1121
121	2049	1155
122	2114	1189
123	2181	1224
124	2250	1260
125	2320	1297
126	2392	1335
127	2467	1374
128	2543	1413
129	2620	1454
130	2700	1495
131	2782	1538
132	2866	1581
133	2952	1626
134	3039	1671
135	3129	1717
136	3221	1765
137	3316	1813
138	3412	1863

t (°C)	P_s <i>mbar</i>	p_v <i>g/m³</i>
139	3511	1913
140	3612	1965