Informações e referências importantes para o desenvolvimento de projetos de uma instalação básica de bombeamento

Dimensionamento da tubulação

Em função do fluido a ser transportado e da sua temperatura de escoamento, procura-se estabelecer o material da tubulação.

Apresentamos a seguir uma tabela que pode nos auxiliar nesta escolha, porém deixamos claro que:

1. dependendo da aplicação, considera-se outros fatores;
2. os tubos de PVC hoje ganham espaço nas aplicações industriais;
3. o objetivo de nosso trabalho é ser uma referência bibliográfica básica, o que equivale dizer que outras fontes devem ser consultadas;
4. a tabela 7.1, além de fornecer a faixa de velocidade recomendada, que é denominada de velocidade econômica, menciona o material da tubulação contemporânea mais empregado.

FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Água:		
- serviços gerais	0,9 a 2,5	aço
- rede industrial	0,9 a 2,2	aço
Bombas:		
- linha de sucção	0,9 a 2,2	aço
- linha de recalque	2,1 a 3,0	aço
Ácido clorídrico	1,5	rev. de borracha
Ácido sulfúrico 88 a 98%	1,2	Fº Fº
Amoníaco	1,8	aço
Benzeno	1,8	aço
Cloro	1,5	aço
FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Clorofórmio	1,8	cobre e aço
Hidróxido de sódio		
- solução até 30%	1,8	aço
- solução de 30 a 50%	1,5	aço
- solução de 50 a 73%	1,2	aço
Óleo lubrificante	1,8	aço
Óleo combustível	1,8	aço
Salmoura ($CaCl_2$)	1,2	aço
Tetracloreto de Carbono	1,8	aço
Tricloro etileno	1,8	aço

Tabela 7.1

Por outro lado, sabemos que para o escoamento de gás perfeito, até cerca de 75 m/s, o escoamento é considerado como incompressível, daí recorre-se a tabela 7.2.

FLUIDO - gás ou vapor	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Ar (0 a 30 psi)	20	aço
Amônia	30	aço
Ácido Clorídrico	20	rev. de borracha
Cloro	10 a 25	aço
Clorofórmico	10	cobre e aço
Dióxido de enxofre	20	aço
Etileno	30	aço
Hidrogênio	20	aço
Gás natural	30	aço
Vapor d'água		
- 0 a 30 psi-sat	20 a 30	aço
- 30 a 150 psi-sat ou superaquecido	30 a 50	aço
- acima de 150 psi	50 a 75	aço
- linhas curtas	75	aço

Tabela 7.2

Dependendo da fonte de consulta encontram-se certas variações das velocidades econômicas, para ilustrar o mencionado é apresentada a tabela 7.3 com as velocidades recomendadas pela Alvenius Equipamentos Tubulares S/A e na tabela 7.4 os valores recomendados pela Companhia Sulzer e que foram extraídos do manual – Fundamentos hidráulicos para instalaciones con bombas centrífugas – Sulzer Frères, Société Anonyme, Winterthur, Suiza.

Fluido	Velocidade (m/s)
Água - redes em cidades	1 a 3
- redes industriais	2 a 4
- alimentação de caldeiras	4 a 8
- sucção de bombas	0,75 a 1,8
Água salgada	1,5 a 2,5
Ar comprimido	15 a 20
Vapor - até 2 kgf/cm^2 saturado	20 a 40
- de 2 a 10 kgf/cm^2	40 a 80
- mais de 10 kgf/cm^2	80 a 200
Hidrocarbonetos líquidos em instalações industriais	
- linhas de sucção	1 a 2
- linhas de recalque	1,5 a 2,5
Hidrocarbonetos gasosos em instalações industriais	25 a 30
Acetileno	20 a 25
Amônia - líquida	2
- gás	25 a 35
Hidrogênio	20 a 35
Cloro - líquido	1,5 a 2,0
- gás	15 a 30
Soda cáustica - 0 a 30%	2
- 30 a 50%	1,5
- 50 a 75%	1,2
Cloreto de sódio	1,5 a 2,0
Cloreto de Cálcio	1,5
Tetra-Cloreto de carbono	2,0
Ácido sulfúrico	1,0 a 1,2

Tabela 7.3

VELOCIDADES MÁXIMAS EM L. DE RECALQUE CURTAS								
D, mm	5,0	60	75	100	150	200	300	400
V, m/s	1,3	1,4	1,55	1,80	2,20	2,30	2,45	2,60
Q, l/s	2,5	4,0	6,8	14,1	38,9	72,3	173,1	326,5

Tabela 7.4

Através da velocidade econômica e a vazão desejada determina-se o diâmetro de referência e com este na norma do material da tubulação especifica-se o diâmetro comercial normalizado.

Para tubulação de PVC, usaremos a tabela a seguir para definição de diâmetros[1] ou a tabela fornecidada por Reynaldo Gomide[2]:

Colavél Ø mm	25	32	40	50	60	75	85	110	140	160	200	250	300
Roscável	3/4"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"			
Ø Interno mm	21,4	27,8	35,2	44	53	66,6	75,6	97,8	124	142	178	222	267
Vazão (m^3/h)													

Diâmetro nominal (externo)	15	20	25	32	40	50	60	75	85	100	110	125	140	150
Diâmetro interno (mm)	13,6	17,6	22,6	29,6	37,6	46,8	56,6	71,6	81,6	98	106	121	136	146

No caso da tubulação de PVC pode-se ainda especificar o diâmetro através da vazão desejada, exemplo[3]:

Vazão	Diâmetro do tubo de PVC
Até 2.500 litros/hora	25 mm
Entre 2.500 e 5.000 litros/hora	32 mm
Entre 5.000 e 10.000 litros/hora	40 mm
Entre 10.000 e 20.000 litros/hora	50 mm

A partir deste ponto passamos a nos preocupar com o cálculo das perdas ao longo do escoamento, tanto a singular como a distribuída.

[1] Informações obtidas no sítio http://www.alosolar.com.br/Livro/ManualAloSolar-tabelas.pdf
[2] Autor do livro: Fluido na Indústria – Operações Unitárias volume 2
[3] Jacuzzi bombas

No cálculo da perda de carga singular pode-se utilizar tanto o coeficiente de perda de carga singular (K), como o comprimento equivalente (Leq):

$$h_s = K \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{Leq}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} \rightarrow \frac{v^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

A seguir são fornecidos alguns valores de referência, bem como mencionada as fontes dos mesmos:

Aquecimento de Água por Energia Solar

TABELA II: PERDA DE CARGA LOCALIZADA.
COMPRIMENTO EQUIVALENTE EM METROS DE TUBULAÇÃO DE PVC

Colável Ømm	25	32	40	50	60	75	85	110	140	160	200	250	300
Roscável	3/4"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"			
Joelho 90°	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9	5,4	7,1	8,7	10,0
Joelho 45°	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,8	1,9	2,4	2,6	3,4	4,2	5,0
Curva 90°	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9	2,1	2,8	3,4	4,0
Curva 45°	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,6	1,9	2,3
Tê 90° Dir	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3	3,8	4,8	5,9	6,9
Tê 90° Lat	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0	11,0	14,0	17,0	21,0
Reg.Gaveta Aber	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,6	2,0	2,4
Valv.Globo Aber	11,0	15,0	22,0	36,0	38,0	38,0	40,0	42,0	51,0	57,0	72,0	89,0	106,0
Saída Canal.	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9	5,5	6,9	8,6	10,0
Ent. Normal	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	2,5	2,8	3,8	4,7	5,6
Ent. Borda	1,0	1,2	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,0	5,0	5,6	7,2	9,0	11,0
Valv.Pé Crivo	9,5	13,0	16,0	18,0	24,0	25,0	27,0	29,0	37,0	43,0	53,0	66,0	78,0
Valv.Ret.Horiz.	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,0	13,0	14,0	18,0	22,0	26,0
Valv.Ret.Vert.	4,1	5,8	7,4	9,1	11,0	13,0	14,0	16,0	19,0	21,0	28,0	34,0	41,0

TABELA I
PERDA DE CARGA EM METROS / 100 m
PARA TUBULAÇÕES EM PVC

Colavél Ø mm	25	32	40	50	60	75	85	110	140	160	200	250	300
Roscável	3/4"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"			
Ø Interno mm	21,4	27,8	35,2	44	53	66,6	75,6	97,8	124	142	178	222	267
Vazão (m³/h)													
1,0	4,4	1,3	0,4	0,1									
1,2	6,0	1,7	0,6	0,2									
1,4	7,9	2,3	0,7	0,3	0,1								
1,6	10,0	2,9	0,9	0,3	0,1								
1,8	12,0	3,5	1,1	0,4	0,2								
2,0	15,0	4,2	1,4	0,5	0,2								
2,5	22,0	6,3	2	0,7	0,3	0,1							
3,0	30,0	8,6	2,8	1,0	0,4	0,1							
3,5	39,0	11,0	3,7	1,3	0,5	0,2	0,1						
4,0	50,0	14,0	4,7	1,6	0,7	0,2	0,1						
4,5		18,0	5,7	2,0	0,8	0,3	0,2						
5,0		21,0	6,9	2,4	1,0	0,3	0,2						
6,0		29,0	9,5	3,3	1,4	0,5	0,3						
7,0		38,0	12	4,3	1,8	0,6	0,3	0,1					
8,0		48,0	16	5,4	2,2	0,8	0,4	0,1					
9,0			19	6,7	2,8	0,9	0,5	0,1					
10,0			23	8,0	3,3	1,1	0,6	0,2					
12,0			32	11,0	4,6	1,5	0,8	0,2					
14,0			42	14,0	6,0	2,0	1,1	0,3	0,1				
16,0				18,0	7,5	2,5	1,4	0,4	0,1				
18,0				22,0	9,3	3,1	1,7	0,5	0,2				
20,0				27,0	11,0	3,8	2,1	0,6	0,2	0,1			
25,0					16,0	5,6	3,0	0,9	0,3	0,2			
30,0					23,0	7,6	4,2	1,2	0,4	0,2			
35,0					30,0	10,0	5,5	1,6	0,5	0,3			
40,0						13,0	6,9	2,0	0,6	0,3	0,1		
45,0						16,0	8,5	2,5	0,8	0,4	0,1		
50,0						19,0	10,0	3,0	1,0	0,5	0,2		
60,0							14,0	4,1	1,3	0,7	0,2		
70,0							18,0	5,4	1,7	0,9	0,3	0,1	
80,0								6,9	2,2	1,2	0,4	0,1	
90,0								8,4	2,7	1,4	0,5	0,2	
110,0								10,0	3,2	1,7	0,6	0,2	
120,0									4,4	2,4	0,8	0,3	0,1
140,0									5,8	3,1	1,1	0,4	0,2
160,0									7,4	3,9	1,3	0,5	0,2
180,0										4,8	1,7	0,6	0,2
200,0										5,8	2,0	0,7	0,3
250,0										8,5	2,9	1,0	0,4
300,0											4,1	1,4	0,6
350,0											5,3	1,8	0,8
400,0												2,3	1,0
450,0												2,9	1,2
500,0												3,4	1,4
600,0												4,7	2,0
700,0													2,6
800,0													3,3

O diâmetro interno utilizado para cálculo corresponde às tubulações coláveis classe 15. O diâmetro interno dos tubos depende da classe de pressão e é diferente nos tubos coláveis e roscáveis. Os valores da tabela podem ser utilizados para qualquer tipo de tubulação de PVC com pequena margem de erro. Os comprimentos equivalentes das perdas de carga localizadas para tubulações de 200mm, 250mm e 300mm de diâmetro foram obtidas por extrapolação.

DIÂMETRO NOMINAL		JOELHO 90°	JOELHO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TÊ 90° PASSAG. DIRETA	TÊ 90° SAÍDA DE LADO	TÊ 90° SAÍDA BILAT.	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	SAÍDA DE CANALIZ.	VÁLVULA DE PÉ E CRIVO	VÁLV. RETENÇÃO		REGIS. GLOBO ABERTO	REGIS. GAVETA ABERTO	REGIS. ÂNGULO ABERTO
													TIPO LEVE	TIPO PESADO			
DN	(Ref)																
	(-)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	3,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fig. 1.13(d). Perdas de cargas localizadas – sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre.

Livro: Bombas e Instalações de Bombeamento – Macyntire

A seguir fornece-se os valores encontrados no livro: Fluido na Indústria – operações unitárias volume 2 – escrito por Reynaldo Gomide.

Apêndice C-7.1

Coeficientes de Perda ou Resistência
Valores aproximados para acessórios de tubulação série 40
Regime turbilhonar (Re > 10^5)

ACESSÓRIO		K	MÍNIMA PERDA DE CARGA PARA OPERAR mCA
VÁLVULAS			
angular totalmente aberta			
90° rosqueada		4	
90° flangeada		2	
Y 45° flangeada		4	
Y 60°		5	
borboleta			
ângulo de fechamento (°)			
5		0,3	
10		0,5	
20		1,5	
40		11	
60		120	
de pé (com crivo)		12	0,2
diafragma			
totalmente aberta		2,3	
3/4 aberta		2,6	
1/2 aberta		4,3	
1/4 aberta		21	
gaveta			
totalmente aberta		0,2	
3/4 aberta		1,0	
1/2 aberta		4,5	
1/4 aberta		24	
de esfera		0,1	
globo			
totalmente aberta		6	
1/2 aberta		10	
macho			
duas vias (abertura °)			
5		0,05	
10		0,3	
20		1,6	
40		17	
60		206	
três ou quatro vias (saída em ângulo)		3	
retenção		2	0,4
tipo de portinhola		12	1,5
de levantamento		3	0,15
de esfera (horizontal)		15	1,5
de esfera (vertical)			

C-7.1 cont.

ACESSÓRIO		*K*	*MÍNIMA PERDA DE CARGA PARA OPERAR mCA*
COTOVELOS			
45°			
padrão		0,4	
raio longo		0,2	
90°			
padrão		0,8	
raio médio		0,6	
raio longo		0,5	
esquadro		1,3	
180° (retôrno)			
padrão		1,5	
raio longo		0,8	
MITRAS DE SECÇÃO CIRCULAR			
25°		0,10	
30°		0,12	
35°		0,16	
40°		0,27	
TÊS			
escoamento ao longo (direto)		0,4	
saída lateral		1,2	
entrada pela derivação		1,5	
LUVA DE UNIÃO		0,04	
FILTRO DE LINHA		7	
CRIVO SEM VÁLVULA DE PÉ		2	0,1
ENTRADA DE EQUIPAMENTO			
arredondada		1,0	
em canto vivo		1,0	
com projeção interna		1,0	
SAÍDA DE EQUIPAMENTO			
em canto vivo		0,5	
arrendondada		0,2	
reentrante		0,8	
MEDIDOR			
turbina		6	
disco		7	
rotativo		10	
pistão		15	
venturi (velocidade na tubulação)		2,5	0,4
ORIFÍCIO			
$D_o/D = 0,6$		13	0,8
$D_o/D = 0,8$		1,4	0,8

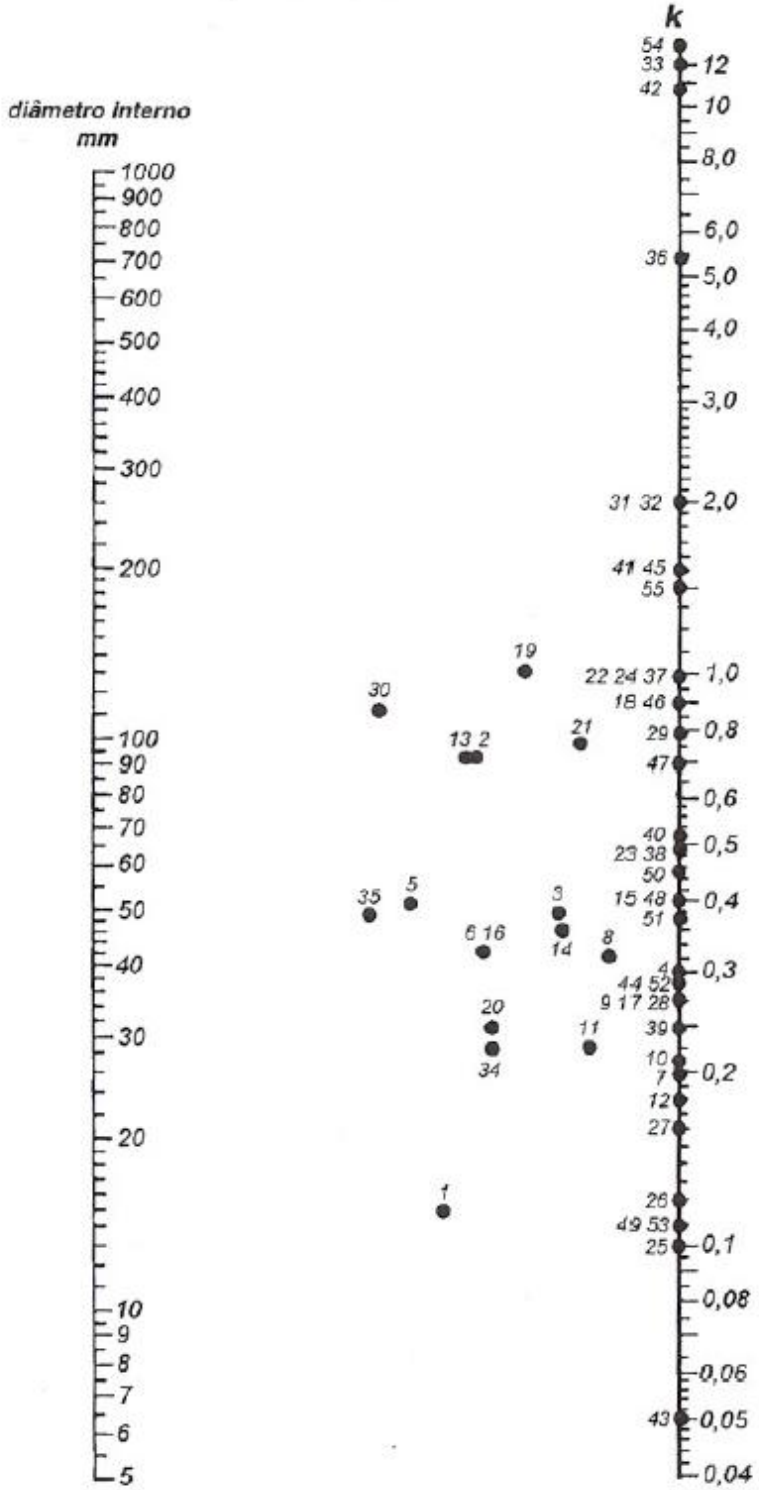
Apendice C-7.2

Coeficiente de Perda em Função do Tipo e Tamanho do Acessório [26](*)

ponto	*acessório*	*ponto*	*acessório*
1	luva ou união	29	válvula de pé
		30	válvula angular roqueada
	cotovelo 90° padrão	31	válvula angular flangeada
2	rosqueado		
3	flangeado		válvula de retenção
4	soldado	32	portinhola
		33	de levantamento
	curva 90° de raio longo		
5	rosqueada		válvula gaveta
6	flageada	34	rosqueada
7	soldada	35	flangeada
	cotovelo 45° padrão	36	válvula globo flangeada
8	rosqueado		válvula macho
9	flangeado	37	rosqueada
10	soldado	38	flangeada
	curva 45° de raio longo		válvula borboleta
11	flangeada	39	5°
12	soldada	40	10°
	retorno 180° padrão	41	20°
13	rosqueado	42	40°
14	flangeado		
15	soldado		torneira macho
		43	5°
	retorno 180° de raio longo	44	10°
16	flangeado	45	20°
17	soldado		
18	tê rosqueado, direto		expansão brusca com D_2/D_1
19	tê rosqueado, lateral	46	5,0
20	tê flangeado, direto	47	2,5
21	tê flangeado, lateral	48	1,67
22	entrada de equipamento	49	1,25
23	saída em canto vivo		contração brusca com D_2/D_1
24	saída com tubo rentrante	50	0,8
		51	0,6
	mitra de secção circular	52	0,4
25	25°	53	0,2
26	30°		
27	35°		orifício com D_0/D
28	40°	54	0,6
		55	0,8

(*) Ref. (26) do cap. 5

Apêndice C-7.2



Apêndice C-10

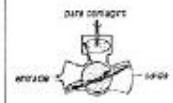
Comprimentos Equivalentes em Metros de Tubo Reto Classe 40

COMPONENTE			L/D aprox. m/m	DIÂMETRO NOMINAL (mm) 15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
	ângular (aberta)	90°	145	1,9	2,8	3,6	4,6	5,5	7,3	9,1	10,9	13,1	14,5	18,1	21,8	29,0	36,2	43,5	50,8	58	69	84
		Y 45°	145	1,9	2,8	3,6	4,6	5,5	7,3	9,1	10,9	13,1	14,5	18,1	21,8	29,0	36,2	43,5	50,8	58	69	84
		Y 60°	175	2,3	3,3	4,4	5,6	6,7	8,8	11,0	13,1	15,8	17,5	21,9	26,2	35,0	43,8	52,5	61,2	70	84	100
VÁLVULAS	borboleta (80% de abertura)		40	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	3,6	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	19	23
	de pé com crivo		420	5,5	8,0	10,5	13,4	16,0	21,0	26,5	31,5	37,8	42,0	52,5	63,0	84,0	105	126	147	168	201	242
	diafragma (aberta)		85	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,4	6,4	7,6	8,5	10,6	12,8	17,0	21,2	25,5	29,8	34	41	49
	esfera (aberta)		3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7
	gaveta (aberta)		8	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,8	4,6
	globo (aberta)		350	4,6	6,6	8,8	11,2	13,3	17,5	22,1	26,2	31,5	35,0	43,8	52,5	70,0	87,5	105	122	140	167	201
	macho	duas vias (escoamento direto)	44	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,2	2,8	3,3	4,0	4,4	5,5	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	21	25
		três vias (saída lateral)	140	1,8	2,7	3,5	4,5	5,3	7,0	8,8	10,5	12,6	14,0	21,0	25,2	35,0	42,0	49,0	50,8	56,0	67	80
	retenção	tipo portinhola	135	1,8	2,6	3,4	4,3	5,1	6,8	8,5	10,0	12,2	13,5	16,9	20,2	27,0	33,8	40,5	47,3	54,0	64	78
		de levantamento	350	4,6	6,6	8,8	11,2	13,3	17,5	22,1	26,2	31,5	35,0	43,8	52,5	70,0	87,5	105	122	140	167	201
		de esfera (horizontal)	150	2,0	2,9	3,8	4,8	5,7	7,5	9,5	11,3	13,5	15,0	18,8	22,5	30,0	37,5	45,0	52,5	60,0	72	86
TÊS		escoamento longo	20	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,6	12
		saída lateral	60	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	3,0	3,8	4,5	5,4	6,0	7,5	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	29	35
		entrada lateral	80	1,0	1,5	2,0	2,6	3,0	4,0	5,0	6,0	7,2	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	38	46
luva ou união			1,7	desprezível			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
filtro de linha			320	4,2	6,1	8,0	10,2	12,2	16,0	20,2	24,0	28,8	32,0	40,0	48,0	64,0	80,0	96,0	112	128	153	184

C-10 cont.

COMPONENTE			L/D aprox. m/m	DIÂMETRO NOMINAL (mm)																	
				15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	500
COTOVELOS	45°	padrão	16	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,6
		raio longo	10	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,8
	90°	padrão	30	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,5	1,9	2,2	2,7	3,0	3,8	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12	14
		raio médio	25	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	3,1	3,8	5,0	6,2	7,5	8,8	10	12
		raio longo	20	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,6
		esquadro	57	0,7	1,4	1,8	2,7	2,2	2,8	3,6	4,3	5,1	5,7	7,1	8,6	11,4	14,2	17,1	20,0	22,8	27
	180°	padrão	85	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,4	6,4	7,6	8,5	10,6	12,8	17,0	21,2	25,5	29,8	34,0	41
		raio longo	55	0,7	1,0	1,4	1,8	2,1	2,8	3,5	4,1	5,0	5,5	6,9	8,2	11,0	13,8	16,5	19,2	22,0	27
ALTERAÇÕES BRUSCAS DE SECÇÃO	expansão entre o diâmetro D e o final	1,33 D	10	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,8
		2 D	30	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,5	1,9	2,2	2,7	3,0	3,8	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12	14
		4 D	48	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,3	4,8	6,0	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2	23
	contração entre o diâmetro D e o final	0,75 D	10	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,8
		0,50 D	10	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	2,6	3,4	4,3	5,1	6,0	6,8	8,1
		0,25 D	24	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,4	3,0	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	11
SAÍDA DE EQUIPAMENTO	a 90°	canto vivo	50	0,7	1,0	1,2	1,6	1,9	2,5	3,2	3,8	4,5	5,0	6,2	7,5	10,0	12,5	15,0	15,0	20,0	24
		reentrante	50	0,7	1,0	1,2	1,6	1,9	2,5	3,2	3,8	4,5	5,0	6,2	7,5	10,0	12,5	15,0	15,0	20,0	24
ENTRADA DE EQUIPAMENTO	a 90°	canto vivo	25	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	2,3	2,0	2,3	2,6	3,3	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	12
		reentrante	40	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	3,6	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	19

C-10 cont.

COMPONENTE			L/D aprox. m/m	DIÂMETRO NOMINAL (mm)																		
				15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
MEDIDORES		turbina	330	4,3	6,3	8,3	10,6	12,5	16,5	20,8	24,8	29,7	33,0	41,3	49,5	66,0	82,5	99,0	115	132	158	190
		disco	400	5,2	7,6	10,0	12,8	15,2	20,0	25,2	30,0	36,0	40,0	50,0	60,0	80,0	100	120	140	160	191	230
		rotativo	550	7,2	10,5	13,8	17,6	20,9	27,5	34,7	41,3	49,5	55,0	68,8	82,5	110	138	165	192	220	263	316
		pistão	850	11,1	16,2	21,3	27,2	32,3	42,5	53,6	63,8	76,5	85,0	106	128	170	212	255	298	340	406	490

Apêndice C-11

VALORES USUAIS DA PERDA DE CARGA EM EQUIPAMENTOS (mb)(*)

EQUIPAMENTO	PERDA DE CARGA Aas duas colunas centrais definem a faixa usual			
Absorvedor de recheio (por metro de recheio)	1	2	4	5
Absorvedor de bandejas (por bandeja)	2	5	8	10
Adsorvedor (por m de leito)	5	7	15	25
Câmara gravitacional	0,5	1	2	4
Ciclone	1,2	3	5	7
Ciclone de alta eficiência	5	10	12	15
Coluna spray	0,5	1,5	2,5	5
Coluna de recheio para destilação (por m)	0,5	3	8	12
Coluna de bandejas para destilação (por bandeja)	2	5	8	10
Demister	0,1	0,5	2	5
Filtro de mangas	8	10	12	15
Incinerador de chama direta	0,5	0,7	1,2	2,5
Incinerador catalítico	2	3	10	13
Lavador venturi	20	30	100	150
Multiciclone	5	10	15	20
Precipitador eletrostático	0,5	0,8	2	2,5
Trocador de calor	15	50	500	1200
Válvula de controle	10	40	400	1000
(*) Os valores dependem do tamanho, capacidade e detalhes construtivos				

A partir deste ponto, informações importantes para o cálculo da perda de carga distribuída extraídas do Gomide.

Apêndice C-2

C-2.1- Rugosidade de Tubos e Canais

A. TUBOS METÁLICOS			
Grupo	*Tipo de tubo e material*	*Estado da superfície e condições de uso*	*∈ (mm)*
I	Tubos extrudados e trefilados sem costura, de cobre, latão, níquel ou chumbo	Tecnicamente lisos	0,0015-0,01
	Idem de alumínio	Tecnicamente lisos	0,015-0,06
II	Tubos extrudados e trefilados comerciais de aço e inox	1. Novos	0,02
		2. Limpos após vários anos de uso	até 0,05
		3. Revestidos com asfalto	até 0,08
		4. Linhas de vapor superaquecido e água fria desaerada e tratada quimicamente	0,10
		5. Tubos de gás após um ano de uso	0,12
		6. Tubulações para vapor saturado com quantidades insignifantes de incondensáveis (< 0,5%)	0,20
		7. Oleodutos em situação média de uso	0,20
		8. Oleodutos medianamente corroídos	0,4
		9. Linhas de vapor utilizadas periodicamente	0,5
		10. Tubulações de ar comprimido saindo de compressores reciprocantes e turbo-compressores	0,8
		11. Idem, corroidos	0,15-1,0
		12. Linhas de condensado funcionando periocamente e linhas de água fria sem tratamento químico	1,0
		13. Idem após muitos anos de uso	1,2-1,5
		14. Idem em mau estado	3-5
III	Tubos de aço com costura	1. Novos ou usados, em bom estado, juntas soldadas ou rebitadas	0,04-0,10
		2. Novos revestidos de asfalto	0,04
		3. Após muito tempo de serviço, asfalto parcialmente danificado, corroído	0,12
		4. Após muito tempo de serviço, corrosão uniforme	0,15
		5. Sem desigualdades importantes nas juntas, revestidoas internamente (espessura aproximada da camada 10 mm), mau estado da superfície	0,3-0,4
		6. Com rebitagem transversal simples ou dupla; revestidos interiormente (mais ou menos 10 mm) ou sem revestimento, mas não corroídos	0,6-0,7

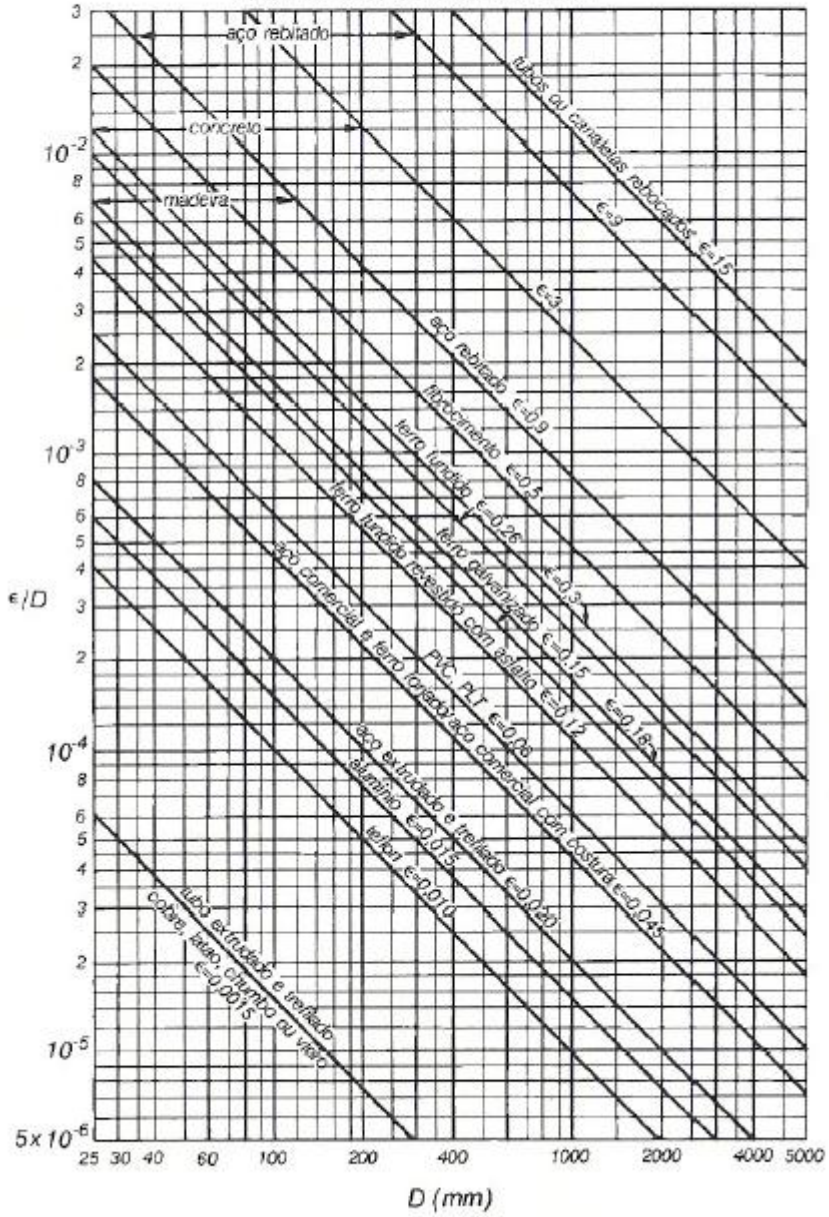
Grupo	*Tipo de tubo e material*	*Estado da superfície e condições de uso*	*∈ (mm)*
III cont.	Tubos de aço com costura	7. Revestidos por dentro, porém não isentos de oxidação; obstruídos devido ao escoamento de água, mas não corroídos	0,9-1,0
		8. Gasodutos após muitos anos de uso	0,5
		9. Gasodutos após 20 anos de uso, com depósitos estratificados	1,1
		10. Com rebitagem transversal dupla, não corroídos; obstruídos devido à utilização com água	1,2-1,5
		11. Pequena quantidade de depósitos	1,5
		12. Rebitagem transversal dupla, fortemente corroídos	2,0
		13. Grande quantidade de depósitos sólidos	2,0-4,0
		14. Redes urbanas de gás coqueria após 25 anos de uso, com depósitos não-uniformes de naftaleno	2,4
		15. Tubos em mau estado, recobrimento não-uniforme das juntas	mais de 5,0
IV	Tubos rebitados de aço	1. Rebitados longitudinal e transversalmente, superfície em bom estado	0,3-0,4
		2. Rebitagem logitudinal dupla, transversal simples, não corroídos	0,6-0,7
		3. Rebitagem longitudinal simples, transversal dupla	1,2-1,3
		4. Quatro a seis linhas longitudinais de rebites, depois de muitos anos em serviço	2,0
		5. Quatro linhas transversais de rebites e seis longitudinais; juntas recobertas	4,0
		6. Superfície em muito mau estado, recobrimento não-uniforme das juntas	mais de 5,0
V	Aço para condutores de águas pluviais de telhados	1. Pintado a óleo	0,10-0,15
		2. Sem pintura	0,02-0,15
VI	Tubos de aço galvanizado	1. Novos, com galvanização boa	0,07-0,10
		2. Galvanização comum	0,10-0,15
VII	Tubos de chapa galvanizada	1. Novos	0,15
		2. Galvanização comum	0,18
VIII	Tubos de ferro fundido	1. Novos	0,25-1,0
		2. Novos pintados com betume	0,10-0,15
		3. Asfaltados	0,12-0,30
		4. Tubulações de água após uso prolongado	1,4
		5. Idem corroídos	1,0-1,5
		6. Idem com crosta de depósitos	1,0-1,5
		7. Idem com grande quantidade de depósito	2,0-4,0
		8. Idem obstruídos	0,3-1,5
		9. Intensamente corroídos	até 3,0

C-2.1 cont.

		B. CONCRETO, CIMENTO E FIBROCIMENTO	
I	Concreto simples	1. Superfície lisa 2. Meio áspera 3. Áspera	0,3-0,8 2,5 3-9
II	Concreto armado		2,5
III	Tubos de fibrocimento	1. Novos 2. Meio uso	0,05-1,0 0,60
IV	Tubos de cimento	1. Alizados 2. Em bruto 3. Nata de cimento (juntas não alisadas)	0,3-0,8 1,0-2,0 1,9-6,4
V	Canais revestidos com argamassa de cimento	1. Argamassa de cimento puro, executada em forma metálica 2. Alizados	0,05-0,22 0,5
VI	Reboco sobre tela metálica		10-15
VII	Manilhas vitrificadas		1,4
VIII	Revestidos com lajotas de concreto de escória		1,5
IX	Revestidaos com lajotas de concreto de escória, pó de pedra e mármore	Lajotas executadas cuidadosamente	1,0-1,5
X	Tubos de concreto centrifugado		0,33
		C. MADEIRA E COMPENSADO	
I	Tubos de madeira	1. Táboas cuidadosamente aplainadas 2. Táboas aplainadas 3. Táboas não aplainadas, bem ajustadas 4. Táboas em bruto 5. Tubos de ripas cintadas	0,15 0,30 0,70 1,00 0,60
II	Tubos de madeira compensada	1. De boa qualidade, com disposição transversal das fibras 2. Boa qualidade com disposição longitudinal das fibras	0,12 0,03-0,05
		D. VIDRO	
I	Tubos de vidro	1. Vidro puro liso 2. Vidro fosco ou atacado	0,0015-0,01 0,05
		E. PLÁSTICOS	
I	PVC, Polietileno		0,06
II	Tubos de aço revestido com PVC ou Epoxi		0,06
III	Tubos de Teflon		0,01
IV	Fiberglass		0,0052

Apêndice C-2.2

Rugosidade relativa de tubos



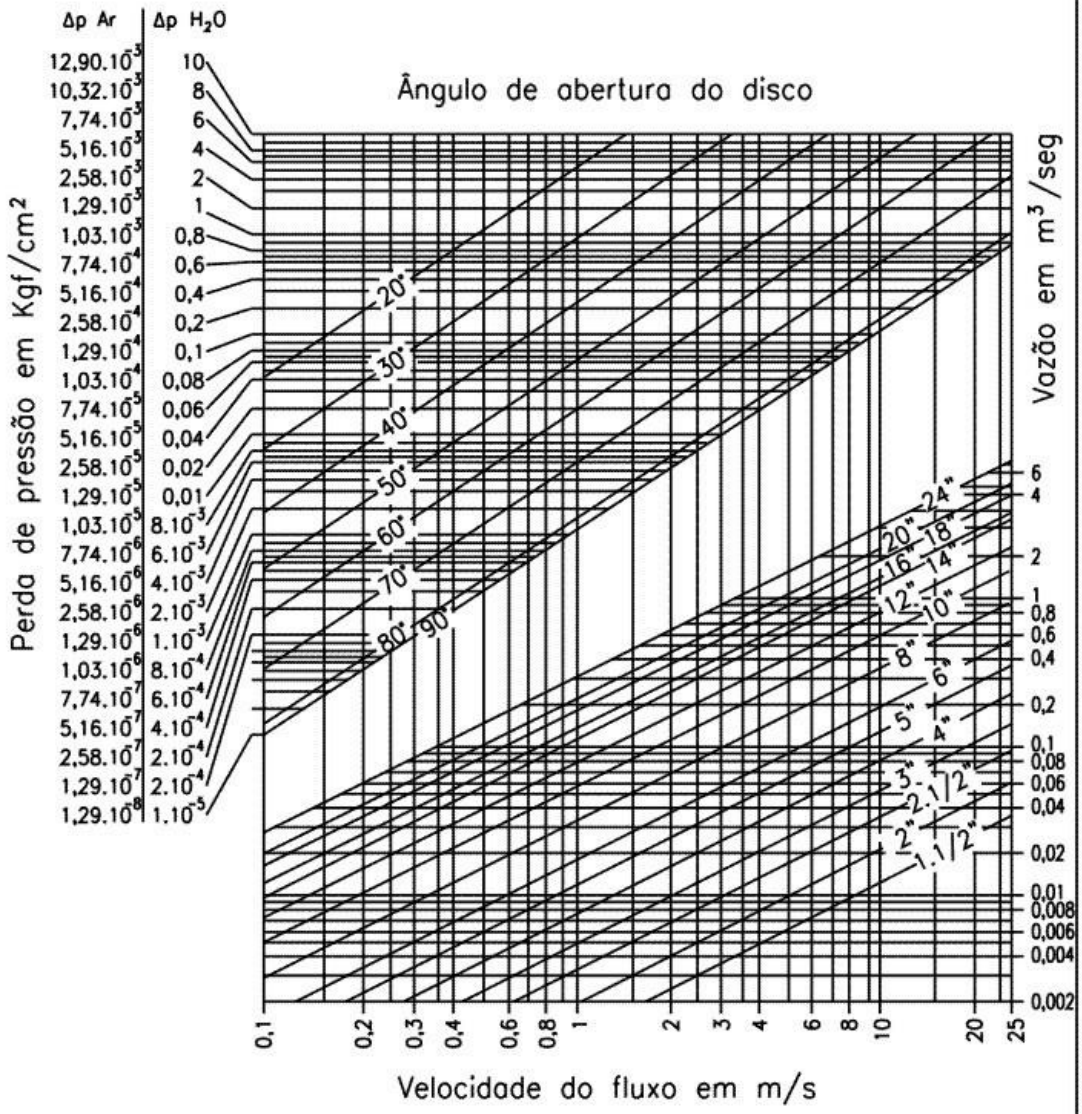
Adaptado de Crane, Tech. Paper 410, 13ª impressão

DIAGRAMA DE PERDA DE PRESSÃO DAS VÁLVULAS DE BORBOLETA "VARB"

Base dos valores:

Água a 15 °C com peso especifico de 1000 kg/m³

Ar a 0 °C com peso especifico de 1,29 kg/m³ a 760mm de Hg



METALÚRGICA VARB

Indústria e Comércio Ltda.

Catálogo
Tabelas
Manuais
Termo de Garantia

TABELA DE CORROSÃO

As informações seguintes facilitam a seleção primária de materiais, em função de sua compatibilidade com os fluidos.

As recomendações, cuidadosamente compiladas com base em inúmeros catálogos e livros, referem-se aos fluidos à temperatura ambiente e às concentrações usuais nas indústrias. A seleção definitiva deve levar em consideração diversas condições específicas de cada aplicação, tais como temperatura, pressão, concentração, aeração, velocidade, contaminação, ambiente etc. Em aplicações críticas, recomenda-se efetuar testes práticos e de laboratório.

CÓDIGO

A - Recomendado, em condições normais.
B - Recomendado, com restrições.
C - Não recomendado, sem informações adicionais

FLUIDO	AÇO CARBONO	AISI-304	AISI-316	AISI-410	BRONZE	FERRO	BUNA "N"	NEOPRENE	TEFLON
Acetaldeído	C	A	A		B		C	C	A
Acetamina		B	B		B		A	B	A
Acetato de alumínio	C	A	A		C	C	C	C	A
Acetato de amilo	C	A	A	A	B	B	C	C	A
Acetato de amônio		B	B		C		C	C	A
Acetato de butilo		A	A	A	B	B	C	C	A
Acetato de celulose	C	B	B		B	C	C	C	A
Acetato de etilo	B	B	B		B	B	C	C	A
Acetato de metilo	B	A	A		B		C	C	A
Acetato de sódio	C	A	A	A	B	B	B	B	A
Acetato de vinilo			B						A
Acetileno	A	A	A	A	C	A	A	B	A
Acetona	B	A	A	B	A	A	C	C	A
Acetona de metilo e etilo	A	A	A	A	B	A	C	C	A
Ácido acético - 10%	C	A	A	B	C	C	B	C	A
Ácido acético < 50% - fervendo	C	C	A	C	C	C	C	C	A
Ácido acético > 50% - fervendo	C	C	B	C	C	C	C		A
Ácido acético - puro	C	B	A	C	C	C	C	C	A
Ácido acético - vapores quentes	C	C	B	C	C	C	C		A
Ácido arsênico	C	B	B	C	C	C	A	A	A
Ácido benzóico	C	B	B	B	B	C	B	B	A
Ácido bórico	C	B	B	B	C	C	A	A	A
Ácido bromídrico (hydrobromic)	C	C	C	C	C	C	C		
Ácido butírico	C	B	B		C	C	C	C	A
Ácido carbólico (fenol)	C	B	B		B	B	C	C	A

Ácido carbônico	C	B	A	B	B	C	A	B	A
Ácido cianídrico (hydrocyanic)	C	A	A	C	C	B	B	B	A
Ácido cítrico	C	A	A	C	C	C	B	A	A
Ácido clorídrico (muriático) puro	C	C	C	C	C	C	B	B	A
Ácido clorídrico diluído	C	C	C	C	C	C		A	A
Ácido clorídrico seco (gás)	B	B	B	B	C	C		A	A
Ácido clorossulfônico	C	C	B	C					
Ácido crômico - 10%	C	B	B	C	C	C	C	C	A
Ácido crômico - < 50%	C	C	B	C	C	C	C	C	A
Ácido esteárico (graxo)	C	B	A	B	C	C	B	C	A
Ácido fluorídrico	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Ácido fórmico - frio	C	C	A	C	C	C	C	B	A
Ácido fórmico - quente	C	C	B	C	C	C	C	A	A
Ácido fosfórico 10% frio	C	B	A	C	C	C	B	B	A
Ácido fosfórico 10% quente	C	B	B	C	C	C	B	A	A
Ácido fosfórico 25 - 50%	C	B	B	C	C	C	C	A	A
Ácido fosfórico 50% frio	C	B	B	C	C	C	C	B	A
Ácido fosfórico 50% quente	C	B	B	C	C	C	B	B	A
Ácido fosfórico 85% frio	B	B	B	B	C	C	C	C	A
Ácido fosfórico 85% quente	C	C	C	C	C	C	C	C	A
Ácido ftálico	C	B	B		B		C	C	A
Ácido gálico	C	B	A	B	B	C	A	B	A
Ácido láctico - concentrado, frio	C	B	B	C	C	C	C	A	A
Ácido láctico - concentrado, quente	C	C	B	C	C	C	C	C	A
Ácido láctico - diluído, frio	C	A	A	C	C	C	C	A	A
Ácido láctico - diluído, quente	C	B	A	C	C	C	B	B	A
Ácido linoléico	B	A	A		C	C	B	B	A
Ácido maleico	C	B	B		B	C	B	A	A
Ácido monocloroacético			C		C	C	C		
Ácido nítrico - 10%	C	A	A	A	C	C	C	B	A
Ácido nítrico - 30%	C	A	A	A	C	C	C	C	A
Ácido nítrico - 80%	C	A	A	B	C	C	C	C	A
Ácido nítrico - 100%	C	B	B	C	C	C	C	C	A
Ácido oléico	C	B	B	B	C	B	B	C	A
Ácido oxálico	C	B	B	C	C	C	C	B	A
Ácido paumítico	C	B	B		B	B	B	C	A
Ácido pícrico	C	B	B	C	C	C	C	A	A
Ácido pirogálico	C	A	A	B	B	C	A	A	A
Ácido pirolenhoso		A	A					C	A
Ácido sulfônico < 10%	C	C	B	C	C	C	C	B	A
Ácido sulfúrico 10 a 75%	C	C	C	C	C	C	C	A	A
Ácido sulfúrico 80 a 95%	C	C	B	C	C	C	C		A
Ácido sulfúrico 100%	C	B	A		C	C	C	C	A
Ácido sulfuroso	C	C	B	C	C	C	C	C	A
Ácido tânico (tanino)	C	B	A	B	B	B	B	B	A
Ácido tartárico	C	B	A	C	C	C	C	B	A
Ácido úrico		A	A						A
Acrilato de etílo	C	A	A		B		C	C	A
Água carbonatada	C	A	A		B	C	A	A	A
Água desionizada (destilada)	C	A	A	A	B	C	A	B	A
Água desmineralizada		A	A						A
Água doce	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Água dura	B				A		C	A	A
Água salgada (água de mar)	C	B	A	B	A	B	A	A	A
Água mineral ácida (com sais oxidantes)	C	B	A		C	C	B		A
Água mineral ácida (sem sais oxidantes)	C	C	C		B	B	B		A
Água oxigenada	C	B	B	B	C	C	B	B	A
Aguarrás	B	B	B	B	B	B	B	C	A
Alcatrão	A	A	A		A	A	C	C	A

Álcool amílico	B	A	A		A	B	C	B	A
Álcool butílico	B	A	A		A	B	B	A	A
Álcool etílico	B	A	A	A	A	B	B	B	A
Álcool metílico (metanol)	B	A	A	A	B	B	A	B	A
Aluminato de sódio	B	B	B		B	B	A	A	A
Amido	C	B	A		B	B	A	A	A
Amônia anidra	A	A	A		C	A	C	B	A
Amônia aquosa	B	A	A		C		B	B	A
Amoníaco (gás)	A	A	A		C	A	C	A	A
Anidrido acético	C	B	A	C	C	C	C	C	A
Anilina	C	B	B	B	C	C	C	C	A
Ar comprimido	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Asfalto	B	A	A		A	B	C	C	A
Benzeno (benzol)	B	B	A	B	A	B	C	C	A
Benzina	B	A	A	A	A				A
Bicarbonato de amônio	B	B	B	B	C	B	B	A	A
Bicarbonato de potássio		A	A	A	A	B	B		A
Bicarbonato de sódio	C	B	B	B	C	B	A	A	A
Bicloreto de etileno - seco		A	A	A	B	B	C		A
Bicromato de potássio	C	B	B	B	C	B	B	A	A
Bicromato de sódio	C	A	A		C	B	C		A
Bióxido de carbono (seco)	A	A	A	A	A	A	B	B	A
Bióxido de carbono (úmido)	C	A	A	A	C	C	B	A	A
Bióxido de enxofre (seco)	B	A	A	A	C	C	C	C	A
Bióxido de enxofre (úmido)	C	B	A	C	C	C	C	C	A
Bissulfeto de carbono	B	B	A	B	C	B	C	C	A
Bissulfito de amônio			A		C	C	C		
Bissulfito de cálcio	C	C	B	C	C	C	B	A	A
Bissulfito de potássio	C	B	B		C	C	A	A	A
Bissulfito de sódio	C	B	A	C	B	C	B	A	A
Borato de sódio (borax)	C	B	A		B	C	B	A	A
Brometo de etilo			B		A		B	B	A
Brometo de sódio - 10%	C	B	B	B	B	C	B	A	A
Bromina - solução	C	C	C	C	C	C	C	C	A
Bromina - seca	C	C	C	C	B	C	C	C	A
Butadieno	B	A	A	A	A	A	C	C	A
Butano	B	A	A	B	A	B	B	B	A
Butanol	A	A	A	A	A	A	B		A
Café	C	A	A		A	C	A	A	A
Café - extrato quente	C	A	A		B	C			A
Cal	B	A	A		B	B	B	A	A
Caldo de cana	B	A	A	A	A	B	B	A	A
Carbonato de amônio	B	B	A	B	C	B	A	A	A
Carbonato de bário	B	B	B	B	B	B	A	A	A
Carbonato de cálcio	C	B	A	B	B	C	A	B	A
Carbonato de magnésio	C	A	A	A			B	B	A
Carbonato de potássio	B	A	A	A	B	B	A	A	A
Carbonato de sódio	B	A	A	A	C	B	A	A	A
Caseína		B	B				B	B	A
Ceras	A	A	A	A	A		A	B	A
Cerveja	C	A	A		A	C	B	B	A
Cetonas	B	A	A	B	A	A	C	C	A
Chumbo tetraetila	C	B	B		B				A
Clorato de potássio	B	B	A	B	B	B	B	A	A
Clorato de sódio	B	A	A	B	C	B	B	B	A
Cloreto de alumíno - solução	C	C	C		C	C			A
Cloreto de alumínio - seco	C	C	C		B	C	B	B	A
Cloreto de amônio	C	C	B	C	C	C	B	A	A
Cloreto de bário	C	B	A	B	B	C	A	A	A

Cloreto de cálcio	C	C	B	C	B	C	A	A	A
Cloreto de cobre	C	C	C	C	C	C	A	A	A
Cloreto estanhoso	C	C	A	C	C	C	B	A	A
Cloreto estânico	C	C	C	C	C	C	B	A	A
Cloreto de etileno (seco)	B	A	A	B	B	B	C	B	A
Cloreto férrico	C	C	C	C	C	C	A	A	A
Cloreto ferroso	C	C	C	C	B	C	A	A	A
Cloreto de magnésio	C	C	B	C	B	C	A	A	A
Cloreto de metilo (seco)	C	B	A		A	B	C	C	A
Cloreto de níquel	C	B	B	C	C	C	B	A	A
Cloreto de polivinila			B		B	B		C	A
Cloreto de potássio	C	C	B	C	B	C	A	A	A
Cloreto de sódio	C	B	B	C	B	B	A	A	A
Cloreto de vinilo			A		C	C	C		A
Cloreto de zinco	C	C	B	C	C	C	B	A	A
Cloro gás (úmido)	C	C	C	C	C	C	C	C	A
Cloro gás (seco)	B	B	B	B	B	B	C	C	A
Clorobenzeno (seco)	C	B	B	C	B		C	C	A
Clorofila (seca)			B		B	B			A
Clorofórmio (seco)	B	A	A	A	B	B	C	C	A
Coca-cola - xarope		A	A				B	B	A
Cola (glue)	B	B	A		B	B	A	A	A
Condensado	C	A	A		A	B	B	B	A
Creosoto	B	B	A		B	B	C	C	A
Cromato de potássio	C	A	A	B	B	B	B	A	A
Cromato de sódio	B	A	A		B		A	A	A
Dextrina			B		B		B		A
Dicloretano	C	B	B			C	C	C	A
Dowtherm	B	A	A		B	B	C	C	A
Enxofre	C	B	B		C	B	C	C	A
Esmalte					A		B	B	A
Etano	B	B	B		B	B	A	B	A
Éter	B	A	A	A	A	B	C	C	A
Extrato de carne			A		C		B	B	A
Extrato de tomates	C	A	A		C	C	A	A	A
Fenol	C	A	A	C	B	B	C	C	A
Flúor (gás)-seco	B	C	A	C	B	C	C		
Fluoreto de amônio		C	C	C					
Fluoreto de sódio - 3 a 5%	C	B	B	C	B	B	A	A	A
Formaldeído - frio	B	A	A	A	A	B	B	B	A
Formaldeído - quente	C	C	C		B	C	B	B	A
Formato de metilo	C	B	B		A	B	C	B	A
Fosfato bibásico de amônio	C	B	A	B	C	C	B	A	A
Fosfato bibásico de sódio	C	B	B		B	C	A	A	A
Fosfato monobásico de amônio	C	B	A		C	C	B	A	A
Fosfato monobásico de sódio	C	A	A		C	C	B	B	A
Fosfato de potássio			A		C	C	B	A	A
Fosfato tribásico de amônio	B	B	A		C	B	B	A	A
Fosfato tribásico de sódio	C	B	B		B	B	B	B	A
Freon - gás - seco	B	A	A	A	A	B	B	C	A
Freon - gás - úmido	C	C	B		B	C	B	B	A
Furfural	B	A	A	A	B	B	C	C	A
Garapa	B	A	A	A	A	B	B	A	A
Gás liquefeito de petróleo	B	B	B	B	A	B	B	B	A
Gás natural	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Gasolina de aviação	A	A	A	A	A	B	C	C	A
Gasolina com chumbo tetra etila	A	A	A	A	A	A	C	C	A
Gasolina refinada	B	A	A	A	B	B	C	C	A
Gelatina	C	A	A	B	B	C	A	A	A

Glicerina	B	A	A	A	B	A	A	A	A
Glicol de etileno	B	B	A	B	B	B	B	A	A
Glucose	B	A	A	A	A	B	A	A	A
Grafite			B		B		B	B	A
Graxa	A	A	A	A	C	A	A	B	A
Hélio			B		B	B	B	B	A
Heptano	B	A	A		A	B	B	B	A
Hexano	B	B	B	B	B	B	A	C	A
carbonetos alifáticos	A	A	A	A	A	A			A
carbonetos aromáticos	A	A	A	A	A	A	C	C	A
gênio - gás	A	A	A	A	A	A	A	B	A
gênio - gás, quente	B		B				A	A	A
Hidróxido de alumínio	B	A	A	A	B	B	A	A	A
Hidróxido de amônio - 28%	B	A	A	B	C	B	B	A	A
Hidróxido de amônio concentrado	C	B	B	C	C		C	A	A
Hidróxido de bário	C	B	A		C	B	A	A	A
Hidróxido de cálcio (leite de cal)	B	A	A	B	B	B	A	A	A
Hidróxido férrico		A	A						A
Hidróxido de magnésio	B	A	A	A	B	B	A	A	A
Hidróxido de potássio diluido - frio	B	A	A	A	C	B	A	A	A
Hidróxido de potássio diluido - quente	B	B	A	B	C	B	B	B	A
Hidróxido de potássio 70% frio	A	A	A		C	C	B	A	A
Hidróxido de potássio 70%quente	B	A	A		C	B	C	B	A
Hidróxido de sódio 20% frio	A	A	A	A	C	A	B	A	A
Hidróxido de sódio 20% quente	B	A	A	B	C	B	B	B	A
Hidróxido de sódio 50% frio	A	A	A		C	B	A	A	A
Hidróxido de sódio 50% quente	B	B	B	C	C	B	B	B	A
Hidróxido de sódio 70% frio	B	B	B		C	C	B	C	A
Hidróxido de sódio 70% quente	B	B	B		C	C	C	C	A
Hipoclorito de cálcio	C	C	C	C	C	C	B	B	A
Hipoclorito de sódio	C	C	C	C	C	C	C		
Iodeto de potássio	C	B	B		C	C	A	A	A
Iodo	C	C	C	C	C	C	B	C	A
Iodofórmio	B	B	A		C	C			A
Isobutano			B				B	C	A
Iso-octano	A	A	A		A		A	C	A
Isopropiloacetato			B				C	C	A
Lactato de sódio		A	A						A
Lacticínios	C	A	A	B	C	C	A	A	A
Lactose			B		C		B		A
Látex-solução	B	A	A		A	B			A
Lecitina				B			C	C	A
Leite e derivados	C	A	A	B	C	C	A	A	A
Leitelho (para alimento de gado)	C	A	A		C	C	A	A	A
Licor Branco	C	B	B		C	C	C	A	A
Licor Preto	B	B	B		C	B	B	A	A
Licor Verde	C	B	B		C	B	C	A	A
Massa de Tomates	C	A	A		C	C	A	A	A
Melaço - comestível	C	A	A	B	B	C	A	A	A
Melaço - cru	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Melamina			B			C	B	B	A
Mentol			B		B		B	B	A
Mercúrio	A	A	A	A	C	A	A	A	A
Metano	B	B	B	B	A	B	A	B	A
Metanol	B	A	A	A	B	B	A	B	A
Metilacetona	A	A	A	A	A	A	C		A
Monoclorobenzeno (seco)			A		A	A	C	C	A
Monóxido de carbono		A	A		A	B	B	C	A
Mostarda	B	A	A	B	A	B	A	A	A

Nafta	B	A	A	B	B	B	B	C	A
Naftaleno	B	B	B		A	B	C	C	A
Nitrato de alumínio			B		C	C	B	B	A
Nitrato de amônio	C	A	A	A	C	C	A	A	A
Nitrato de bário	C	A	A		C				A
Nitrato de cálcio		A	A				A	A	A
Nitrato de cobre	C	A	A	A	C	C	A	A	A
Nitrato férrico	C	B	B	B	C	C	B	A	A
Nitrato de magnésio		A	A	B		C	B	A	
Nitrato de níquel	C	B	A	B	C	C	B	A	A
Nitrato de potássio	B	B	B	B	B	B	A	A	A
Nitrato de prata	C	A	A	A	C	C	C	C	A
Nitrato de sódio	B	A	A	A	C	B	B	B	A
Nitrito de sódio	A	A	A	A	B	B	B	C	A
Nitrobenzeno	B	B	B		B	B	C	C	A
Nitrogênio	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Óleo combustível	B	A	A	A	B	B	A	C	A
Óleo lubrificante (de petróleo)	A	A	A	A	A	A	B	B	A
Óleo lubrificante (sintético)	B	B	B		B	B	C	C	A
Óleo mineral	B	A	A		B	B	A	B	A
Óleo refinado de petróleo	A	A	A		B	A	B	B	A
Óleos vegetais	C	A	A		B	C	B	B	A
Óleos vegetais ácidos	C	A	A		C	C	B	B	A
Óleo vermelho (ácido oléico)	C	B	B	B	C	B	B	C	A
Oleum	B	B	B		C	C	C	C	A
Óxido de etileno	B	B	B		C	B	C	C	A
Oxigênio - frio	B	A	A	A	A	B	B	A	A
Oxigênio - quente	B		B				C	C	C
Ozona - seco	A	A	A		A	A	C		A
Ozona - úmido	C	A	A		B	C	C		A
Parafina derretida	B	A	A	A	B	B	A	B	A
Paraformaldeído	B	B	B		B	B	B	B	A
Pentano	B	A	A	A	A	B	A	B	A
Percloroetileno	B	A	A		B	B	C	C	A
Permanganato de potássio 10%	B	B	B	B	B	B	A	A	A
Peróxido de hidrogênio	C	B	B	B	C	C	B	B	A
Peróxido de sódio - solução	C	B	B	C	C	C	C	B	A
Potassa cáustica	B	B	A	B	C	B	B	B	B
Propano	B	A	A	A	A	C	B	B	A
PVC - resina			B		B	B		C	A
Querosene	B	A	A	A	A	A	B	C	A
Resina fenólica		A	A						
Sabão - solução	A	A	A	A	B	B	A	B	A
Sal (cloreto de sódio)	C	B	B	C	B	B	A	A	A
Salicilato de sódio	C	A	A	A					A
Salmoura	C	B	B	B	B	B	B	B	A
Silicato de cálcio			B				B	B	A
Silicato de etilo			A		A	B	B	B	A
Silicato de sódio	B	B	A	B	B	B	A	A	A
Silicato de sódio - quente	C	B	A	B	C	C			A
Soda calcinada		A	A		C	A	B		A
Soda cáustica	B	A	A	B	C	B	B	B	A
Solução de cianureto	B	B	B	B	C	C	A	A	A
Solução galvânica p/ cobre			A	C	C	A			
Solventes aromáticos	B	A	A		A	B	C	B	A
Solvente hidrocarboneto clorado	B	B	B		B	C	C	C	A
Suco de frutas	C	A	A	A	B	C	B	A	A
Suco de frutas cítricas	C	B	B	B	B	C	A	A	A
Sulfato de alumínio	C	B	A	C	C	C	A	A	A

Sulfato de amônio	C	B	B	C	C	C	A	A	A
Sulfato de bário	C	B	A	B	B	C	A	A	A
Sulfato de cálcio	B	A	A	B	B	B	A	A	A
Sulfato de cobre	C	A	A	A	C	C	A	A	A
Sulfato férrico	C	B	A	B	C	C	A	A	A
Sulfato ferroso	C	B	A	B	B	C	B	A	A
Sulfato de magnésio	C	A	A	B	B	C	A	A	A
Sulfato de níquel	C	B	A	C	C	C	B	A	A
Sulfato de potássio	B	B	A	B	B	C	A	A	A
Sulfato de sódio	B	B	A	B	B	B	A	A	A
Sulfato de zinco	C	B	A	C	B	C	A	A	A
Sulfeto de bário	C	B	B		C	B	A	B	A
Sulfeto de hidrogênio - seco	C	B	A	B	B	C	C	A	A
Sulfeto de hidrogênio - úmido	C	B	A	C	C	C	C	B	A
Sulfeto de sódio	C	B	A	B	C	C	A	A	A
Sulfito de amônio	B	A	A	A	C	C	C	A	A
Sulfito de sódio	C	A	A	A	C	C	A	A	A
Tanino (ácido tânico)	C	B	A	B	B	B	B	B	A
Terebintina	B	B	A	B	B	B	B	C	A
Tetracloteto de carbono seco	B	A	A	A	B	C	C	C	A
Tetracloteto de carbono úmido	C	C	C	C	B	C	C	C	A
Tiocianato de amônio		A	A						
Tiosulfato de sódio (hypo)	C	A	A	A	C	C	B	A	A
Toluol ou tolueno	A	A	A	A	A	A	C	C	A
Tricloroetileno	B	B	B	B	B	B	C	C	A
Trietanolamina			A		C	B	C	B	A
Trifosfato de potássio	A		A		B	B	B	B	A
Uísque	C	A	A	C	B	C	C	B	A
Uréia	C	B	B		B	C	A		A
Vapor de água	A	A	A	A	A	A	C	C	A
Verniz (laca)	B	A	A	B	A	B	C	B	A
Vinagre	C	A	A	B	C	C	B	C	A
Vinho	C	A	A	C	B	C	C	B	A
Viscose	A	A			A	A			
Xarope (melado)	B	A	A	A	A	B	B	B	A
Xarope de Coca-Cola		A	A				B	B	A
Xarope de milho	B	A	A	A	A	B	A	A	A
Xileno (xilol)	B	A	A	A	A	B	C	C	A

Print Retorna