UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
Departamento de Artes e Arquitetura
Escola Profº. Edgar A. Graeff

SHAU I

SISTEMAS HIDRO-SANITÁRIOS NA ARQUITETURA E URBANISMO

Notas de aula

Tabelas, ábacos e recomendações.

Gerson Antonio Lisita Lopes Arantes

Agosto/2002

Procedimento para Dimensionamento de Tubulações da Rede Predial de Distribuição

A.1 - Estimativa das Vazões

A.1.1 - Demanda Provável

Por razões de economia, é usual estabelecer como provável uma demanda simultânea de água menor do que a máxima possível. Essa demanda simultânea pode ser estimada tanto pela aplicação da teoria das probabilidades, como a partir da experiência acumulada na observação de instalações similares. O método de pesos relativos usado neste anexo se enquadra no segundo caso.

A.1.2 - Unidades de Carga (pesos relativos)

Os pesos relativos são estabelecidos empiricamente em função da vazão de projeto (ver tabela A.1). A quantidade de cada tipo de peça de utilização alimentada pela tubulação, que está sendo dimensionada, é multiplicada pelos correspondentes pesos relativos e a soma dos valores obtidos nas multiplicações de todos os tipos de peças de utilização constitui a somatória total dos pesos (P).

Usando a equação apresentada a seguir, esse somatório e convertido na demanda simultânea total do grupo de peças de utilização considerado, que é expressa como uma estimativa da vazão a ser usada no dimensionamento da tubulação. Esse método e válido para instalações destinadas ao uso normal da água e dotadas de aparelhos sanitários e peças de utilização usuais: não se aplica quando o uso e intensivo (como e o caso de cinemas, escolas, quartéis, estádios e outros), onde torna-se necessário estabelecer, para cada caso particular, o padrão de uso e os valores máximos de demanda.

$$Q = 0{,}3 \quad P$$

Onde:

Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo.

P é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

TABELA A.1 - PESOS RELATIVOS NOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO IDENTIFICADOS EM FUNÇÃO DO APARELHO SANITÁRIO E DA PEÇA DE UTILIZAÇÃO

Aparelho Sanitário		Peça de Utilização	Vazão de projeto L's	Peso Relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga p/ mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

A.2 - Cálculo da Perda de Carga

A.2.1 - Tubos

A perda de carga ao longo de um tubo depende do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da vazão. Para calcular o valor da perda de carga nos tubos, recomenda-se utilizar a equação universal, obtendo-se os valores das rugosidades junto aos fabricantes dos tubos. Na falta dessa informação, podem ser utilizadas as expressões de **Fair-Whipple-Hsiao** indicadas a seguir.

Para tubos rugosos (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não):

$$J = 20.2 \times 10^{6} \times Q^{1.88} \times d^{-4.88}$$

Para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre):

$$J = 8{,}69 \times 10^{6} \times Q^{1.75} \times d^{-4.75}$$

Onde:

J é a perda de carga unitária, em quilopascals por metro.

Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo.

d é o diâmetro interno do tubo, em milímetros.

A.2.2 - Conexões

A perda de carga nas conexões que ligam os tubos, formando as tubulações, deve ser expressa em termos de comprimentos equivalentes desses tubos. As tabelas A.2 e A.3 apresentam esses comprimentos para os casos de equivalência com tubos rugosos e tubos lisos, respectivamente. Quando for impraticável prever os tipos e números de conexões a serem utilizadas, um procedimento alternativo consiste em estimar uma porcentagem do comprimento real da tubulação coo o comprimento equivalente necessário para cobrir as perdas de carga em todas as conexões, essa porcentagem pode variar de 10% a 40% do comprimento real, dependendo da complexidade de desenho da tubulação, sendo que o valor efetivamente usado depende muito de experiência do projetista.

TABELA A.2 - PERDA DE CARGA EM CONEXÕES - COMPRIMENTO EQUIVALENTE PARA TUBO RUGOSO (TUBO DE AÇO-CARBONO, GALVANIZADO OU NÃO)

Diâmetro Nominal (DN)	Tipo de Conexão					
	Cotovelo 90º	Cotovelo 45º	Curva 90º	Curva 45º	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,7
20	0,4	0,3	0,5	0,3	0,1	1,0
25	0,9	0,4	0,7	0,4	0,2	1,4
32	1,2	0,5	0,8	0,5	0,2	1,7
40	1,4	0,6	1,0	0,6	0,2	2,1
50	1,9	0,9	1,4	0,8	0,3	2,7
65	2,4	1,1	1,7	1,0	0,4	3,4
80	2,8	1,3	2,0	1,2	0,5	4,1
100	3,8	1,7	2,7	--	0,7	5,5
125	4,7	2,2	--	--	0,8	6,9
150	5,6	2,6	4,0	--	1,0	8,2

TABELA A.3 - PERDA DE CARGA EM CONEXÕES - COMPRIMENTO EQUIVALENTE PARA TUBO LISO (TUBO DE PLÁSTICO, COBRE OU LIGA DE COBRE)

Diâmetro Nominal (DN)	Tipo de Conexão					
	Cotovelo 90º	Cotovelo 45º	Curva 90º	Curva 45º	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8
80	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3
125	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1

A.2.3 - Registros

Os registros de fechamento, geralmente utilizados na condição de passagem plena, apresentam perda de carga pequena que, para efeito deste procedimento, pode ser desconsiderada. Por outro lado, os registros de utilização apresentam elevada perda de carga que deve ser cuidadosamente computada. A perda de carga em registro de pressão pode ser obtida através da seguinte equação:

$$Äh = 8 \times 10^{6} \times K \times Q^{2} \times {}^{2} \times d^{-4}$$

Onde:

Äh é a perda de carga no registro em quilopascal.

K é o coeficiente de perda de carga do registro (ver NBR 10071).

Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo.

d é o diâmetro interno da tubulação em milímetros.

A.2.4 - Hidrômetros

A perda de carga em hidrômetro pode ser estimada empregando-se a seguinte equação:

$$Äh = (36 \times Q)^{2} \times (Q_{max})^{2}$$

Onde:

Äh é a perda de carga no hidrômetro em quilopascal.

Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo.

$\mathbf{Q_{max}}$ é a vazão máxima especificada para o hidrômetro, em metros cúbicos por hora (ver tabela A.4).

A.3 - Verificação da pressão disponível

A.3.1 - Sistema da pressão disponível

A pressão disponível inicial é usualmente considerada a partir da saída do reservatório. Cada trecho de tubulação entre dois nós ou entre um nó e uma extremidade da rede predial de distribuição deve ser dimensionado na base de tentativa e erro, começando pelo primeiro trecho junto ao reservatório.

A pressão disponível residual no ponto de utilização é obtida subtraindo-se da pressão inicial os valores de perda de carga determinados para os tubos, conexões, registros e outras singularidades.

Se a pressão residual for negativa ou menor que a pressão requerida o ponto, ou ainda se tubos de diâmetros impraticáveis forem determinados, os diâmetros dos tubos dos trechos antecedentes devem ser majorados e a rotina de cálculo repetida (ver. A.4.3).

A.3.2 - Sistema de tipo de abastecimento direto

A pressão disponível inicial depende das características da fonte de abastecimento. No caso de rede pública, a pressão mínima no momento de demanda máxima deve ser obtida junto àconcessionária (ver. 5.1.3), se houver alguma dúvida sobre esse valor ser mantido no futuro, deve-se aplicar algum tipo de coeficiente de segurança. Uma vez estabelecida a pressão mínima, o método de dimensionamento das tubulações é idêntico àquele usado quando o sistema é do tipo de abaste cimento indireto.

A.3 - Verificação da pressão disponível

Os princípios que embasam o dimensionamento da rede predial de distribuição são os mesmos, quer o tipo de abastecimento seja direto ou indireto. Fórmulas exponenciais, válidas para tubos novos, estão arranjadas de modo a relacionar diâmetro de tubo e vazão (consequentemente, também velocidade máxima) com perda de carga. A perda de carga adicional, devida a redução da seção de escoamento da tubulação por envelhecimento desta, pode ser desprezada, no caso de tubo transportando água potável em um edifício.

TABELA A.4 - VALOR DA VAZÃO MÁXIMA(Q_{max}) EM HIDRÔMETROS

Q_{max} M^3/h	Diâmetro nominal DN(mm)
1,5	15 e 20
3	15 e 20
5	20
7	25
10	25
20	40
30	40

A.4.1 - Esquematização da instalação

Esquemas, isométricos ou não, ou projeções da rede predial de distribuição, devem ser preparados e os desenhos devem ser feitos em escala . Com a determinação de cotas e dos diâmetros de tubos. Utilizando números ou letras, identificar cada nó (derivação de tubos) e cada ponto de derivação (ou outra extremidade qualquer) da rede, em ordem crescente de montante pra jusante. Os trechos da tubulação a serem dimensionados devem ser identificados, então, por um número ou uma letra correspondente àentrada do trecho (montante) e por outro número ou outra letra correspondente à saída do trecho (jusante).

A.4.2 - Planilha

Os cálculos necessários devem ser feitos através de uma planilha (ver modelo na figura A.1). os seguintes dados e operações devem ser considerados na execução da planilha:

a) **Trecho**: identificação do trecho de tubulação a ser dimensionado, apresentando á esquerda o número ou letra correspondente àsua entrada e àdireita o número ou correspondente àsua saída (ver coluna 1);

b) Soma dos Pesos: refere-se àsomatória dos pesos acumulados de todas as peças de utilização alimentadas pelo trecho considerado (ver coluna 2);

c) **Vazão estimada, em litros por segundo**: valor da vazão total demandada simultaneamente, obtida pela equação apresentada em A.1.2 (ver coluna 3);

d) **Diâmetro, em milímetros**: valor do diâmetro interno da tubulação (ver coluna 4);

e) **Velocidade, em metros por segundo**: valor da velocidade da água no interior da tubulação (ver coluna 5);

f) **Perda de carga unitária, em quilopascal por metro**: valor da perda de carga por unidade de comprimento da tubulação, obtida pelas equações apresentadas em A.2.1, conforme o tipo de tubo empregado (ver coluna 6);

g) **Diferença de cota (desce + ou sobe -), em metros**: valor da distância vertical entre a cota de entrada e a cota de saída do trecho considerado, sendo positiva se a diferença ocorrer no sentido da descida e negativa se ocorrer no sentido da subida (ver coluna 7);

h) **Pressão disponível, em quilopascals**: pressão disponível na saída do trecho considerado, depois de considerada a diferença de cota positiva ou negativa (ver coluna 8);

i) **Comprimento real da tubulação, em metros**: valor relativo ao comprimento efetivo do trecho considerado (ver coluna 9);

j) **Comprimento equivalente da tubulação, em metros**: valor relativo ao comprimento real mais os comprimentos equivalentes das conexões (ver coluna 10);

k) **Perda de carga na tubulação, em quilopascals**: valor calculado para perda de carga na tubulação no trecho considerado (ver coluna 11);

l) **Perda de carga os registros e outros componentes, em quilopascals**: valor relativo da perda de carga provocada por registros, válvulas e outras singularidades ocorrentes no trecho considerado, obtida conforme A.2.3 e A.2.4 para registros e hidrômetros (ver coluna 12);

m) **Perda de carga total, em quilopascals**: soma das perdas de carga verificadas na tubulação e nos registros e outros (ver coluna 13);

n) **Pressão disponível residual, em quilopascals**: pressão residual, disponível na saída do trecho considerado, depois de descontadas as perdas de carga verificadas no mesmo trecho (ver coluna 14);

o) **Pressão requerida no ponto de utilização, em quilopascals**: valor da pressão mínima necessária para alimentação da peça de utilização prevista para ser instalada na saída do trecho considerado, quando for o caso (ver coluna 15).

A.4.3 - Rotina

Apresenta-se na tabela A.5 uma rotina que foi desenvolvida com base na planilha apresentada em A.4.2.

FIGURA A.1 - MODELO DE PLANILHA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trecho	**Soma dos pesos**	**Vazão Estimativa**	**Diâmetro**	**Velocidade**	**Perda da carga unitária**	**Diferença de cola**	**Pressão disponível**	**Comprimento da tubulação Perda de carga**		**Perda de carga Pressão req. No ponto de util.**			**Pressão disp. residual**	**Pressão req. No ponto de util.**
								Real	**Equiv**	**Tub**	**Reg. E outros**	**Total**		
							(14) + 10 x (7)			(10) x (8)		(11)+(12)	(8) (13)	
		l/s	**mm**	**M/s**	**KPa/m**	**m**	**kPa**	**m**	**m**	**KPa**	**kPa**	**kPa**	**kPa**	**kPa**

TABELA A.5 - ROTINA PARA DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

PASSO	ATIVIDADE	COLUNA DA PLANILHA A PREENCHER
1º	Preparar o esquema isométrico da rede e numerar sequencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete.	
2º	Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha	1
3º	Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho, usando a tabela A.1	2
4º	Calcular para cada trecho a vazão estimada, em litros por segundo, com base na equação apresentada em A.1.2	3
5º	Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s. registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária (calculada pelas equações indicadas em A.2.1) de cada trecho	4, 5 e 6
6º	Determinar a distância de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário.	7
7º	Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo uso específico da água (10 kN/m^3)	8
8º	Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado	9
9º	Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real os comprimentos equivalentes das conexões	10
10º	Determinar a perda de carga de cada trecho, multiplicando os valores das colunas 6 e 10 da planilha	11
11º	Determinar a perda de carga provocada por registros e outras singularidades dos trechos	12
12º	Obter a perda de carga total de cada trecho, somando os valores das colunas 11 e 12 da planilha	13
13º	Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total (coluna 13) da pressão disponível (coluna 8)	14
14º	Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, ou se a pressão encontrada for negativa, repetir os passos 5º e 13º , selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho.	

Observação:
1 pascal = 10x10-6 bar = 1 Nm-2
1 kPa/m = 0,1 mca /m
1 mca = 10 kPa
10 mca = 1 kgf/cm2

ESTIMATIVA DE POPULAÇÃO

LOCAL	TAXA DE OCUPAÇÃO
RESIDÊNCIAS E APARTAMENTOS	DUAS PESSOAS POR DORMITÓRIO
BANCOS	UMA PESSOA POR 5 m^2 DE ÁREA
ESCRITÓRIOS	UMA PESSOA POR 6 m^2 DE ÁREA
COMÉRCIO -PAVIMENTO TÉRREO	UMA PESSOA POR 2,50 m^2 DE ÁREA
COMÉRCIO -PAVIMENTO SUPERIOR	UMA PESSOA POR 5 m^2 DE ÁREA
MUSEUS E BIBLIOTECAS	UMA PESSOA POR 5,50 m^2 DE ÁREA
SAGUÃO DE HOTÉIS	UMA PESSOA POR 5,50 m^2 DE ÁREA
RESTAURANTE	UMA PESSOA POR 1,40 m^2 DE ÁREA
SALAS DE OPERAÇÃO (HOSPITAIS)	OITO PESSOAS
IGREJAS, CINEMAS E AUDITÓRIOS	1 CADEIRA PARA CADA 0,70 m^2 DE ÁREA

ESTIMATIVA SANEAGO / MÊS	
Bacia Sanitária	------ 7,0 m^3
CHUVEIRO	------ 6,0 m^3
LAVATÓRIO	------ 0,8 m^3
PIA Cozinha	------ 2,5 m^3
TORNEIRA Jardim	------ 1,5 m^3
TANQUE	------ 2,0 m^3
MAQ. LAVAR	------ 1,2 m^3

TABELA I
CONSUMO PREDIAL DIÁRIO (*)

PRÉDIO	CONSUMO LITROS/DIA
Alojamentos Provisórios	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas - externatos	50 per capita
Escolas - internatos	150 per capita
Escolas - semi-internatos	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens	50 por automóvel
Hotéis (s/cozinha e s/lavandeira)	120 por hóspede
Jardins	1,5 por m
Lavanderias	30 por Kg de roupa seca
Matadouros - Animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - Animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Mercados	5 por m de área
Oficina de Costura	50 per capita
Orfanatos, asilos, berçários	150 per capita
Postos de Serviço p/ automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 per capita
Residências	150 per capita
Restaurantes e Similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

(*) Os valores citados são estimativos, devendo ser definido o valor adequado a cada projeto.

TABELA IV

PRESSÕES DINÂMICAS NAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO

PEÇAS DE UTILIZAÇÃO	DIÂMETRO NOMINAL PRESSÃO DINÂMICA DE SERVIÇO		PRESSÃO DINÂMICA DE SERVIÇO	
	DN	REF	MIN	MAX
	mm	(polegadas)	mca	Mca
Aquecedor a gás	Função da vazão de dimensionamento		Depende das características do aparelho	
Aquecedor elétrico: Alta Pressão Baixa Pressão	Função da vazão de dimensionamento		0,50 0,50	40,0 4,0
Bebedouro	15	(1/2)	2,0	40,0
Chuveiro	15	(1/2)	2,0	40,0
	20	(3/4)	1,0	40,0
Torneira	10	(3/8)	0,5	40,0
	15	(1/2)		
	20	(3/4)		
	25	(1)		
Válvula de Flutuador de Caixa de descarga	15	(1/2)	1,5	40,0
	20	(3/4)	0,5	40,0
Válvula de Flutuador de Caixa de Água	Função da vazão de dimensionamento		0,5	40,0
Válvula de Descarga	20	(3/4)	11,5	24,0
	25	(1)	6,5	15,0
	32	(1.1/4)	2,5	7,0
	38	(1.1/2)	1,2	4,0

TABELA V

PRESSÕES ESTÁTICAS NAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO

PEÇAS DE UTILIZAÇÃO	PRESSÃO ESTATICA	
	MÍN	MÁX
	mca	mca
Aquecedor de Alta Pressão	1	40
Aquecedor de Baixa Pressão	1	5
Válvula de Descarga DN 20 mm (3/4)	12	40
Válvula de Descarga DN 25 MM (1)	10	40
Válvula de Descarga DN 32 MM (1.1/4)	3	15
Válvula de Descarga DN 38 MM (1.1/2)	2	6

TABELA VI

VELOCIDADES E VAZÕES MÁXIMAS

DIÂMETRO NOMIAL		VELOCIDADE MÁXIMA	VAZÃO MÁXIMA
DN	(REF)		
mm	(polegadas)	m/s	L/s
15	(½	1,60	0,2
20	(¾	1,95	0,6
25	(1)	2,25	1,2
32	(1. ½)	2,50	2,5
40	(1. ½	2,50	4,0
50	(2)	2,50	5,7
60	(2. ½	2,50	8,9
75	(3)	2,50	12
100	(4)	2,50	18
125	(5)	2,50	31
150	(6)	2,50	40

TABELA VIII

PERDAS DE CARGAS LOCALIZADAS - SUA EQUIVALÊNCIA EM METROS DE TUBULAÇÃO DE PVC RÍGIDO OU COBRE

DIÂMETRO NOMINAL			JOELHO 90º	JOELHO 45º	CURVA 90º	CURVA 45º	TE 90º PASSA DIREITA	TE 90º SAÍDA DE LADO	TE 90º SAÍDA BILATERAL	ENTR. NORMAL	ENTR. DE BORDA	SAÍDA DE CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE PÉ C/ CRIVO	VALVULA RETENÇÃO		REGISTRO GLOBO ADERTO	REGISTRO GAVETA ABERTO	REGISTRO ÂNGULO ABERTO
														TIPO LEVE	TIPO PESADO			
DC	DN	ref																
mm	mm	pol																
20	15	(½	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	5,9
25	20	(¾	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
32	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
40	32	(1. ¼	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	40	(1. ½	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
60	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
75	60	(2. ½	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
85	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
110	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
140	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
160	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	26,8

DIÂMETROS NOMINAIS DE PROJETO E DE FABRICAÇÃO

DIÂMETRO NOMINAL DE PROJETO		TIPOS DE TUBOS E DIÂMETROS DE FABRICAÇÃO De= Diâmetro externo=Diâmetro comercial				
		AÇO GALVANIZADO	FERRO FUNDIDO	COBRE	PVC RÍGIDO ROSQUEÁVEL	PVC RÍGIDO SOLDÁVEL
DN	(REF-poleg.)	de	de	de	de	De
Mm	(-)	mm	mm	mm	mm	Mm
10	(3/8)	17	-	12	17	16
15	(½	21	-	15	21	20
20	(¾	27	-	22	26	25
25	(1)	34	-	28	33	32
32	(1. ¼	42	-	35	42	40
40	(1.)½	48	-	42	48	50
50	(2)	60	66	54	60	60
60	(2.)½	76	77	67	75	75
75	(3)	88	92	80	88	85
100	(4)	114	118	106	113	110
125	(5)	140	144	-	138	140
150	(6)	165	170	-	164	160

ÁBACO PARA A DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DE RECALQUE DE UMA BOMBA SEGUNDO A FÓRMULA DE FORCHEIMER MODIFICADA

$$D_{(m)} = 1{,}3\ h^{0{,}25}\ Q$$

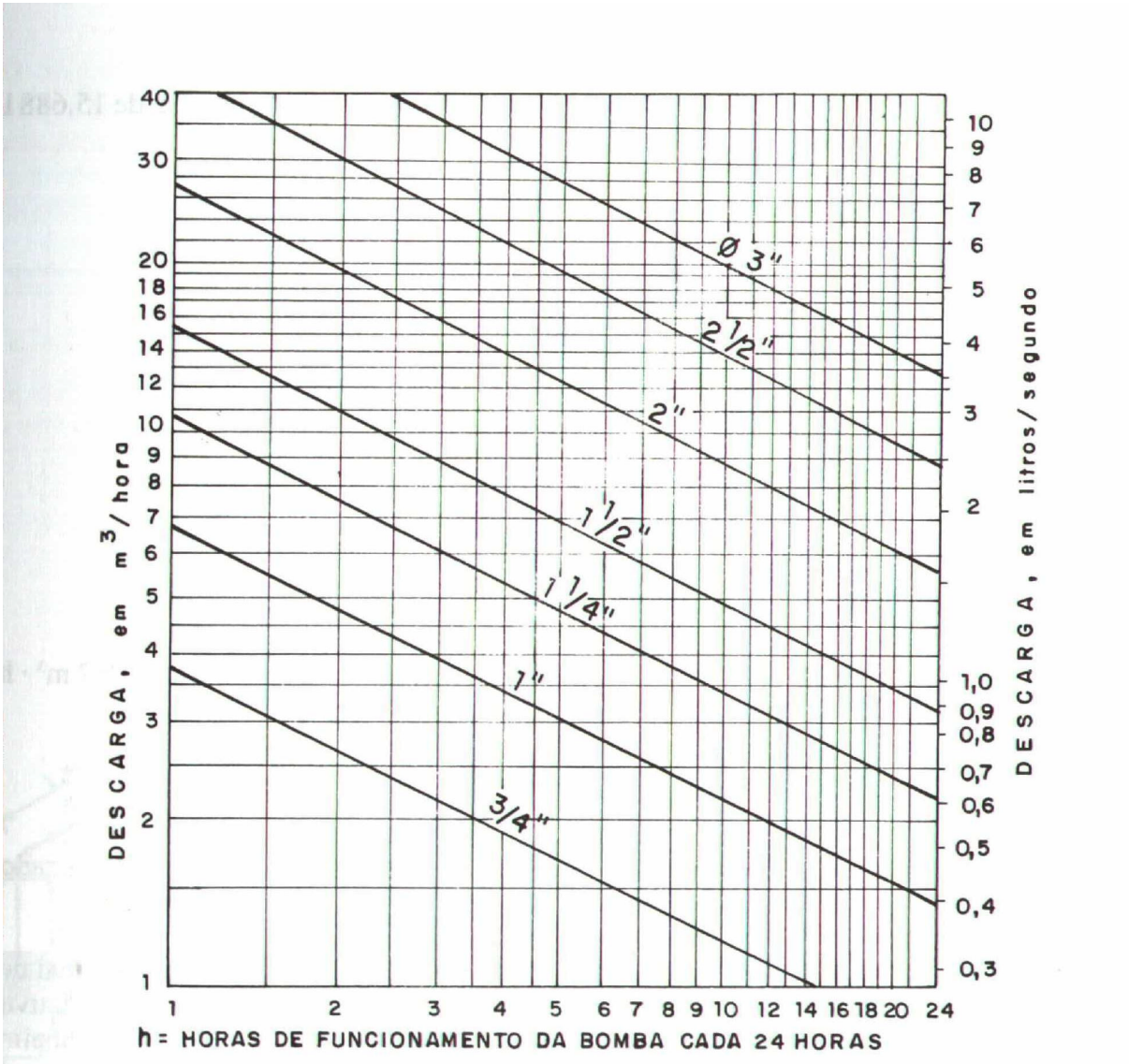

Fig. 1.56 Gráfico de Forchheimmer para determinação do diâmetro do encanamento de recalque.

H = horas de funcionamento diário da bomba

FIGURA I