

HIDRÁULICA

ÁGUA FRIA: PERDAS DE CARGA E DIMENSIONAMENTO DE BARRILETES, COLUNAS, RAMAIS, SUB-RAMAIS E VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO



AUTOR

**OTÁVIO GONÇALVES
ADAMI**



APRESENTAÇÃO

Você já deve ter passado por situações desconfortáveis ao abrir uma torneira ou um chuveiro e não possuir água em quantidade ou pressão suficiente. Ao escolher o diâmetro da tubulação pela vazão total, não estamos considerando a perda de carga no caminho percorrido pela água do reservatório até o ponto de utilização. Quando existe uma grande perda de carga, a pressão dinâmica final pode não ser suficiente, ou seja, a água não chegará com a pressão adequada. Quando problemas como esse ocorrem, é preciso redimensionar a tubulação aumentando o diâmetro e recalculando novamente até obter um resultado satisfatório de pressão dinâmica. Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá os procedimentos de cálculo e verificação para que a tubulação funcione adequadamente do barrilete ao ponto de utilização.

Bons estudos.

Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Calcular a perda de carga em diferentes partes do sistema de distribuição predial;
- Dimensionar o barrilete, a coluna, o ramal e o sub-ramal;
- Analisar o funcionamento do sistema total de distribuição.

Você já deve ter passado por situações desconfortáveis ao abrir uma torneira ou um chuveiro e não possuir água em quantidade ou pressão suficiente. Ao escolher o diâmetro da tubulação pela vazão total, não estamos considerando a perda de carga no caminho percorrido pela água do reservatório até o ponto de utilização. Quando existe uma grande perda de carga, a pressão dinâmica final pode não ser suficiente, ou seja, a água não chegará com a pressão adequada. Quando problemas como esse ocorrem, é preciso redimensionar a tubulação aumentando o diâmetro e recalculando novamente até obter um resultado satisfatório de pressão dinâmica. Nesta Unidade de Aprendizagem, você conhecerá os procedimentos de cálculo e verificação para que a tubulação funcione adequadamente do barrilete ao ponto de utilização.

CONHEÇA O CONTEUDISTA

Otávio Gonçalves Adami

Perito no TRT-ES | Engenheiro de Segurança do Trabalho no HIMABA | Engenheiro Civil e Produção na ISO Engenharia | Administrador | Mestre em Administração | Professor e Coordenador das Engenharias da Faculdade Novo Milênio

Formação:

Mestre em Administração (stricto sensu - 2020); Pós graduado Engenharia de Segurança do Trabalho (lato sensu - 2016); Engenharia de Avaliações e Perícias (lato sensu - 2016); MBA em Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (lato sensu - 2017); Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM (lato sensu - 2018); EAD e suas tecnologias no ensino superior (lato sensu - 2019); Docência do ensino superior (lato sensu - 2019); Administração escolar (lato sensu - 2021); Graduado em Engenharia Civil (2020); Graduado em Engenharia de Produção (2016); Graduado em Administração (2022).

UNIDADE 4

Introdução

Você já deve ter passado por situações desconfortáveis ao abrir uma torneira ou um chuveiro e não possuir água em quantidade ou pressão suficiente. Ao escolher o diâmetro da tubulação pela vazão total não estamos considerando a perda de carga no caminho percorrido pela água do reservatório até o ponto de utilização. Quando existe uma grande perda de carga, a pressão dinâmica final pode não ser suficiente, ou seja, a água não chegará com pressão adequada. Quando problemas como esse ocorrem, é preciso redimensionar a tubulação, aumentando o diâmetro e recalculando novamente, até obter um resultado satisfatório de pressão dinâmica. Nesta unidade de aprendizagem, você conhecerá os procedimentos de cálculo e verificação para que a tubulação funcione adequadamente, desde o barrilete até o ramal, o ponto de utilização.

Perdas de carga

Quando um líquido escoar entre dois pontos no interior de um tubo, ocorrerá sempre uma perda de energia, denominada **perda de carga**. Esta perda de energia deve-se, principalmente, ao atrito do fluido com a parede interna do tubo. Essa perda de energia existe tanto em tubulações quanto em canais. O foco deste capítulo são as tubulações trabalhando sob pressão, como é o caso de todas as tubulações que compõem o sistema de distribuição predial de água fria. As perdas são diferenciadas em:

- **Perdas de carga localizadas:** causadas pela presença de singularidade, como uma mudança de direção, um registro, uma redução ou ampliação etc. Nesses pontos, o líquido escoando perde mais energia do que em trechos retos.
- **Perdas de carga distribuídas ou contínuas:** são as perdas de carga causadas pelo atrito do fluido com as paredes da tubulação em todo o comprimento.

Para facilitar o cálculo de perdas de carga localizadas, é utilizado o método dos comprimentos equivalentes em metros de canalização por tipo de material. É como se a perda de carga causada por uma peça fosse convertida no comprimento linear necessário para causar a mesma perda. Verifique a Tabela 1 a seguir, que mostra os comprimentos equivalentes para uma tubulação de PVC rígido.

HIDRÁULICA

Tabela 3. Comprimentos equivalentes em metros de canalização de PVC rígido.

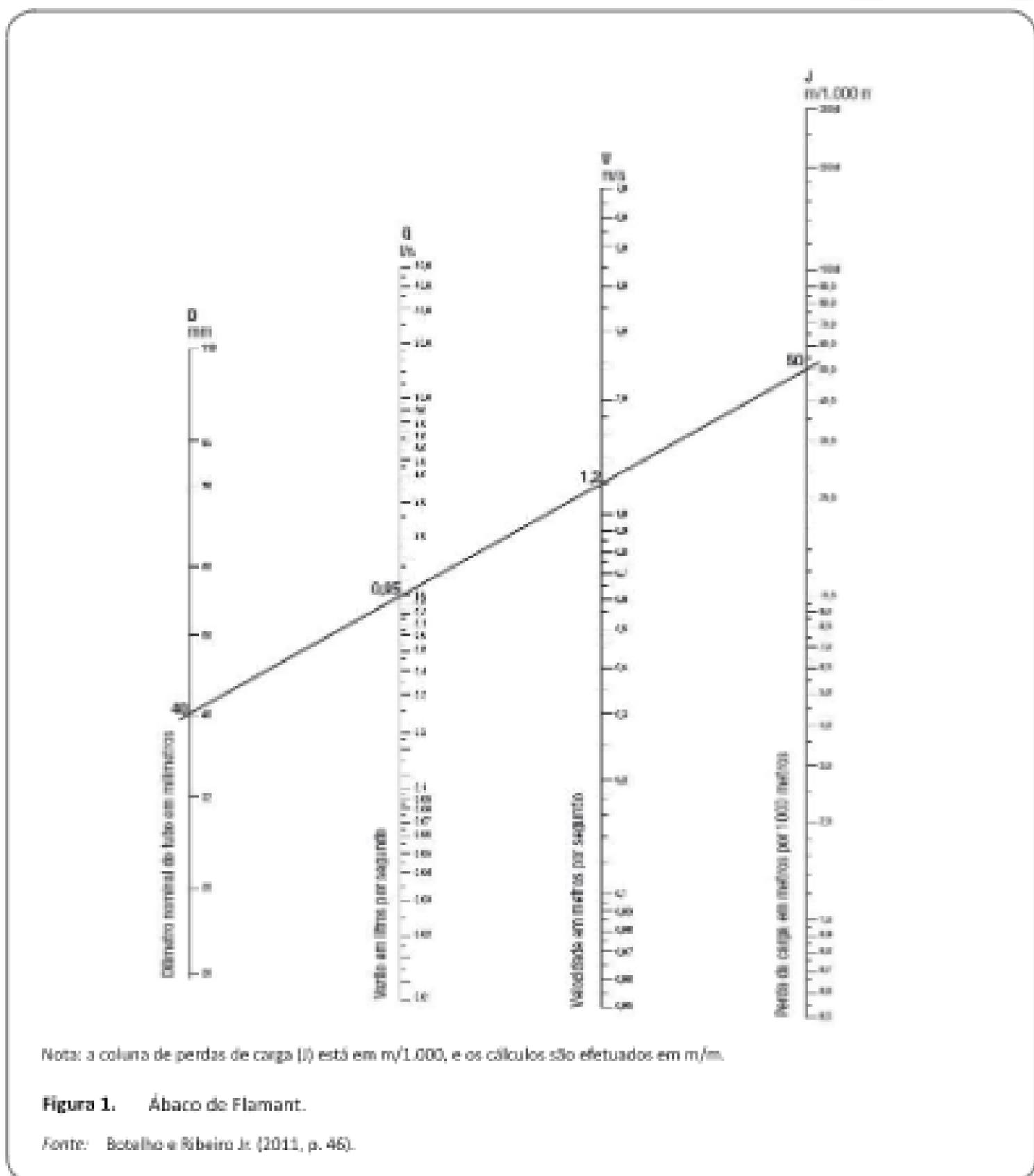
		diâmetros								
DN (mm)		20	25	32	40	50	60	75	85	110
	Ref. pol.	10	34	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Junção 90°		1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3
Junção 45°		0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,8	1,9
Curva 90°		0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Curva 45°		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
TE 90° passagem direta		0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
TE 90° saída de lado		2,2	2,4	3,1	4,5	7,2	7,6	7,8	8,0	8,2
TE 90° saída lateral		2,2	2,4	3,1	4,5	7,2	7,6	7,8	8,0	8,2
Entrada normal		0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2
Entrada de borda		0,9	1,0	1,2	1,8	2,8	2,8	3,3	3,7	4,0
Saída de canalização		0,8	0,9	1,2	1,4	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9
Válvula de pé e cruz		8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,9	28,8	28,6
Válvula retenção tipo levo		2,5	2,7	3,8	4,9	6,6	7,1	8,2	9,3	10,4
Válvula retenção pesado		3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	15,9
Registo glêbo aberto		11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,9	40,0	42,3
Registo porta aberto		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
Registo lapso aberto		0,9	0,1	0,4	10,5	17,9	18,5	19,9	20,0	22,1

Fonte: Bonello e Ribeiro Jr. (2011, p. 33).

HIDRÁULICA

A **perda de carga linear** é dada em **metros por metro (m/m)**, e a **perda de carga total** é dada em **metros de coluna de água (m.c.a)**. Essa perda pode variar em função do tipo de material, da temperatura do fluido, da velocidade da tubulação, entre outros fatores. Para facilitar a verificação, aqui você vai usar ábacos, como o ábaco de Flamant, que apresenta a perda de carga (em m/m) e a velocidade (em m/s) em função do diâmetro e da vazão total do sistema.

O dimensionamento é feito de trecho a trecho. Para usar o ábaco, você precisa de informações como a vazão total escoando por aquele trecho. Essa vazão é obtida por meio dos pesos acumulados das peças de utilização. Você também vai precisar do diâmetro, obtido pela soma dos pesos de utilização. O diâmetro pode ser aumentado caso a verificação apresente problemas com a falta de pressão.

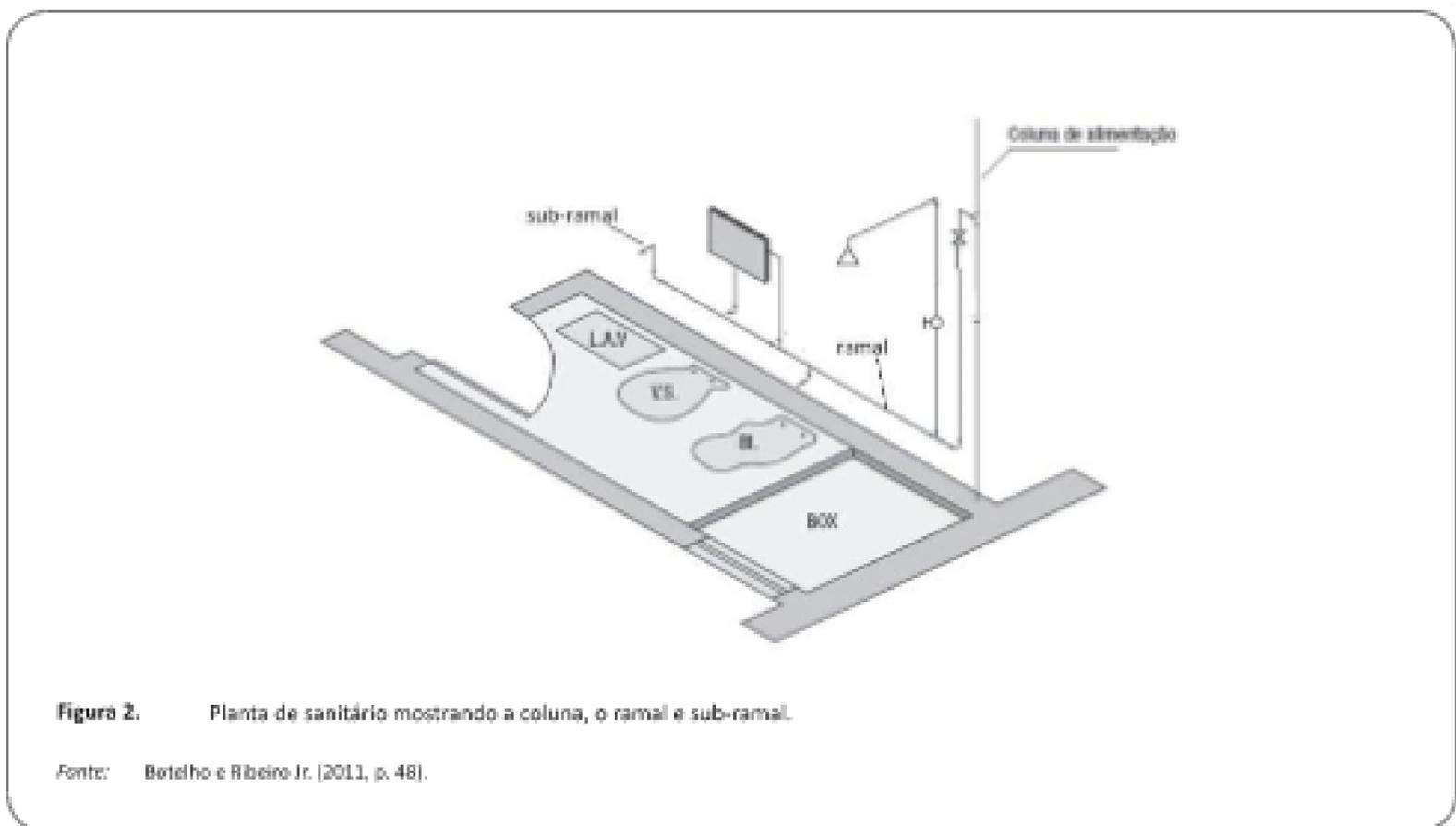


HIDRÁULICA

No ábaco apresentado, está destacado um exemplo para uma vazão de 0,95 l/s e diâmetro de 40 mm (1 ¼"). Para encontrar a perda de carga em m/m e a velocidade na tubulação, basta traçar uma linha reta unindo o ponto do diâmetro com o ponto da vazão e estender cortando os eixos da velocidade e da perda de carga. No gráfico, é possível encontrar a velocidade de 1,2 m/s e uma perda de carga de 50m/1000 m, que equivale a uma perda de 0,05m/m.

Você vai acompanhar a seguir o procedimento de dimensionamento de um sub-ramal, de um ramal, de uma coluna e, por fim, de um barrilete que é ligado ao reservatório.

Para exemplificar, a Figura 2 a seguir mostra a coluna, o ramal e os sub-ramais de um banheiro. A coluna é ligada na parte superior ao barrilete.



Sub-ramais

Cada uma das peças de utilização possui um diâmetro mínimo predeterminado para funcionar adequadamente. A Tabela 2 a seguir mostra os diâmetros mínimos dos sub-ramais para os principais aparelhos. Alguns aparelhos possuem a predeterminação do diâmetro mínimo pelo fabricante.

HIDRÁULICA

Tabela 2. Diâmetros mínimos dos sub-ramais.

Peças de utilização	Diâmetro	
	DN (mm)	Ref. (pol)
Aquecedor de alta pressão	20	¾
Aquecedor de baixa pressão	25	¾
Banheira	20	¾
Bebedouro	20	¾
Bidê	20	¾
Caixa de descarga	20	¾
Filtro de pressão	20	¾
Lavatório	20	¾
Máquina de lavar pratos ou roupas	25	¾
Mictório autoaspirante	32	1
Mictório não aspirante	20	¾
Pia de cozinha	20	¾
Tanque de despejo ou de lavar roupas	25	¾
Válvula de descarga	40*	1 ¾

* Quando a pressão estática de alimentação for inferior a 30 kPa (3 mca), recomenda-se instalar a válvula de descarga em sub-ramal com diâmetro nominal de 50 mm (1 1/2 ").

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 48).

HIDRÁULICA

Ramal

Ramal é a tubulação que sai da coluna de distribuição e alimenta os sub-ramais. Veja agora alguns cuidados que você precisa ter com o dimensionamento do ramal:

- Deve ser feito trecho a trecho;
- Deve possuir um registro na saída da coluna para que possa ser interrompido o fluxo do ramal quando necessário (isolar o ramal);
- Aconselha-se não ligar pavimentos diferentes para evitar transposição de elementos estruturais;
- Sempre evitar ramais longos que necessitem de transposição de obstáculos, como elementos estruturais, esquadrias;
- Não ligar a válvula de descarga no mesmo ramal que abastece os demais aparelhos.

O dimensionamento do ramal pode ser feito de duas formas: considerando o **consumo máximo possível** ou considerando o **consumo máximo provável**. No entanto, o cálculo do diâmetro inicial pode mudar em função da disponibilidade de pressões mínimas nos pontos de utilização após a verificação das pressões.

O método do consumo máximo possível é adotado em casos onde ocorre a utilização simultânea de aparelhos, por exemplo, em vestiários ou banheiros públicos. Para o dimensionamento por esse método, utiliza-se como referência a tubulação de 20 mm (1/2"), a partir da qual todos os demais diâmetros são referidos, sendo apresentados com seções equivalentes. A Tabela 3 a seguir mostra as seções equivalentes.

Tabela 3. Diâmetros mínimos dos sub-ramais.

Seções equivalentes		
Diâmetros em polegadas	Diâmetros DN (mm)	Número de tubos de 20 mm, com a mesma capacidade
½	20	1
¾	25	2,9
1	32	6,2
1 ¼	40	10,9
1 ½	50	17,4
2	60	37,8
2 ¼	75	65,5
3	85	110,5
4	110	189

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 50).

Utilizando essa tabela, o primeiro passo é definir o diâmetro dos sub-ramais e verificar a equivalência desse sub-ramal na tabela. Essas equivalências serão acumuladas para cada trecho e, ao final, adota-se uma tubulação que seja equivalente à quantidade resultante de tubulações de 20 mm. A utilização dessa metodologia não é recomendada em uma residência normal, pois resultaria em um sistema superdimensionado.

O método do consumo máximo provável é aconselhado em residências, já que a probabilidade de utilização de todos os pontos ao mesmo tempo é muito pequena. Esse método considera os pesos das peças de utilização mostrados a seguir, acumulando-se trecho a trecho; com o auxílio de nomogramas, são encontrados os diâmetros e as vazões totais.

Tabela 4. Pesos das peças de utilização.

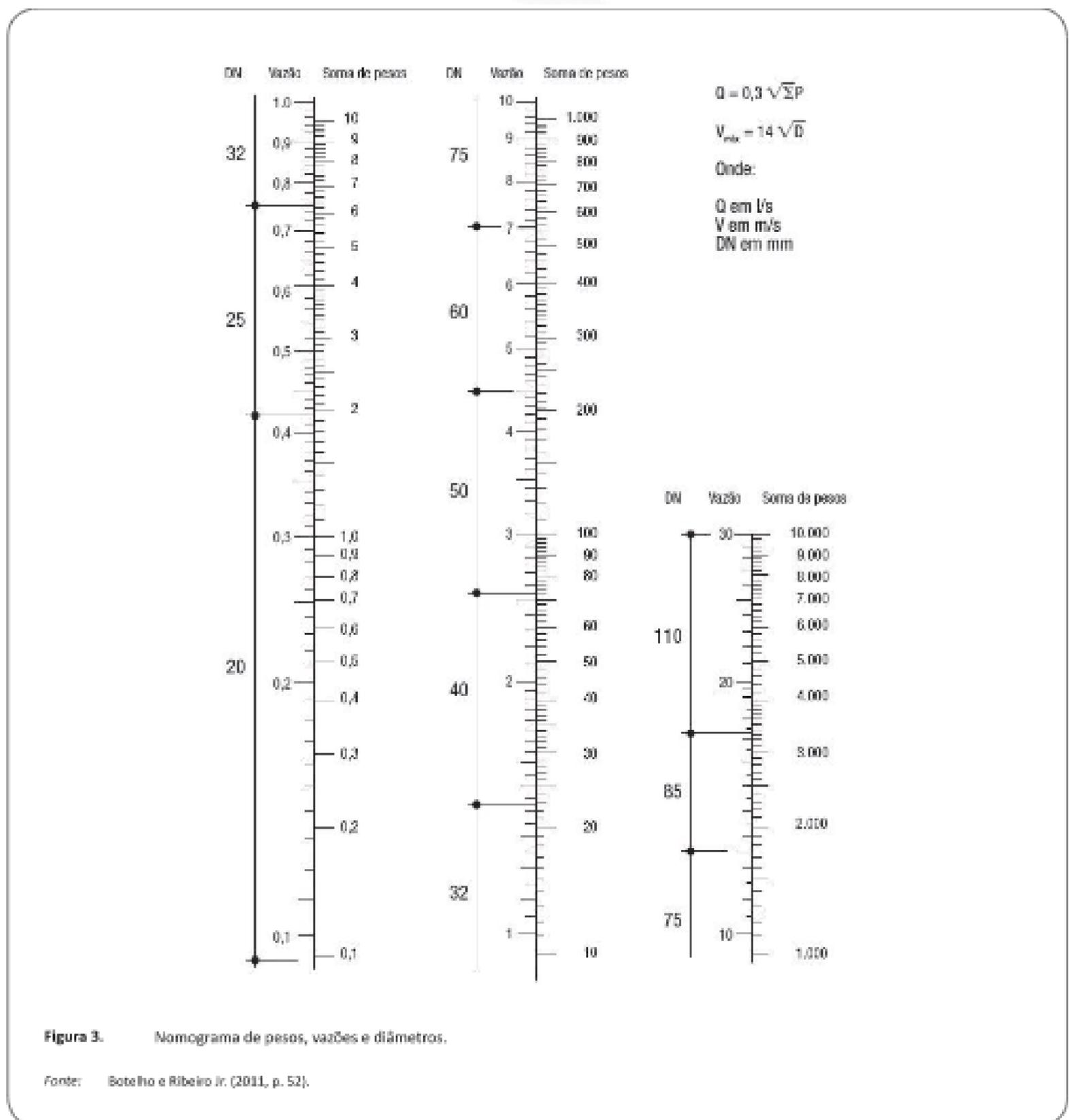
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água 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	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3

Tabela 4. Pesos das peças de utilização.

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15(*)	0,3
Plá		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

(*) por metro de calha.

Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2011, p. 54).



Coluna de alimentação

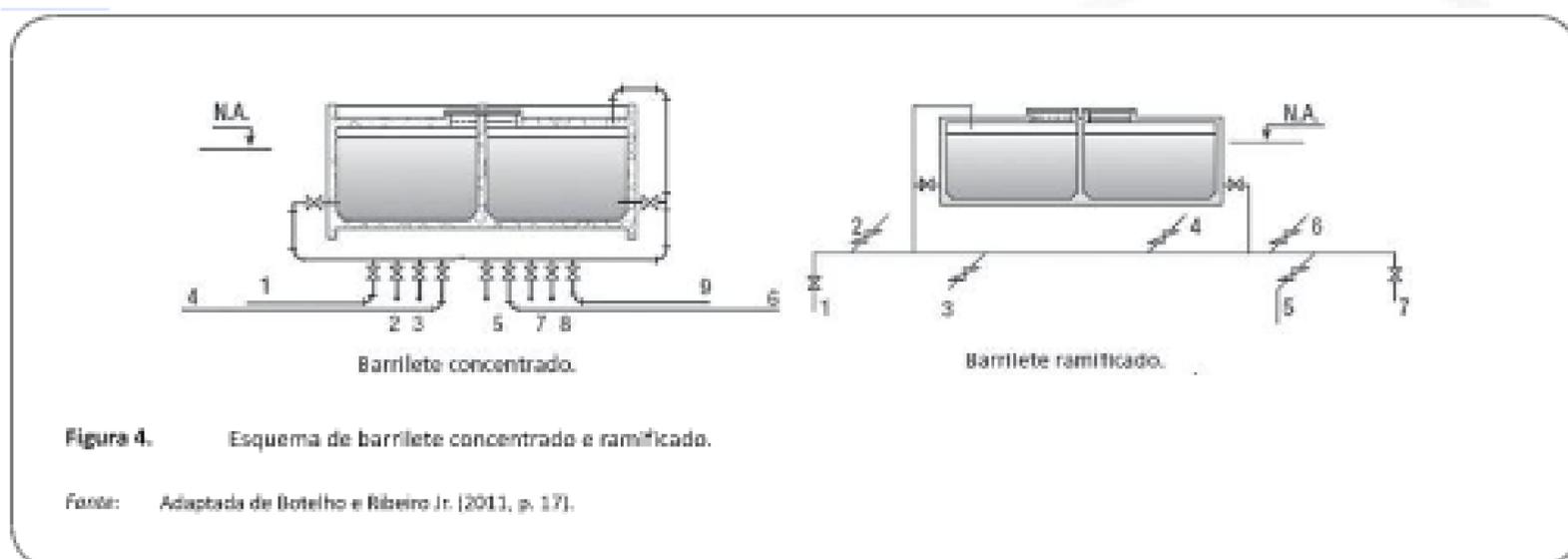
O dimensionamento da coluna de alimentação é feito também trecho a trecho, da mesma maneira que os ramais, e pela mesma metodologia do acúmulo de pesos e utilização do nomograma. O cálculo do diâmetro inicial pode mudar em função da disponibilidade de pressões mínimas nos pontos de utilização. Alguns cuidados têm de ser tomados no dimensionamento:

- Cada coluna deve possuir um registro posicionado a montante do primeiro ramal;
- Uma coluna específica tem de ser usada para a válvula de descarga;
- As colunas que abastecem as válvulas de descarga precisam ter colunas de ventilação.

HIDRÁULICA

Barrilete

O dimensionamento do barrilete é feito também trecho a trecho, da mesma maneira que os ramais e as colunas, e pela mesma metodologia do acúmulo de pesos e utilização do nomograma. O cálculo do diâmetro inicial pode mudar em função da disponibilidade de pressões mínimas nos pontos de utilização. Existem dois tipos de barriletes, o concentrado e o ramificado, que devem ser adotados conforme as características do local.



Veja a seguir alguns cuidados a serem seguidos no dimensionamento do barrilete:

- O tipo de barrilete deve ser escolhido conforme o espaço disponível e a preferência;
- O barrilete precisa ser desenvolvido para atender adequadamente as colunas;
- Os registros das colunas têm de ser distribuídos de modo a permitir a flexibilidade na sua operação.

Verificação das condições de funcionamento das tubulações

Uma vez calculados os diâmetros do sub-ramal até o barrilete, é necessário verificar as condições de funcionamento da instalação, ou seja, verificar as pressões nos pontos de utilização, que precisam estar de acordo com a ABNT NBR 5626:1998.

Conforme a norma ABNT NBR 5626:1998, as tubulações têm de ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s. A norma coloca ainda que a **pressão dinâmica (com escoamento)** em qualquer ponto da rede **não deve ser inferior a 0,5 m.c.a.**, e, em **condições estáticas (sem escoamento)**, a pressão **não** deve ser **superior a 40 m.c.a.**

HIDRÁULICA

Dependendo das características da edificação, variam os pontos críticos a serem observados:

- a) Residências: O ponto crítico é a pressão mínima no ponto mais desfavorável, que geralmente é o chuveiro. Não é necessária a verificação de pressão máxima.
- b) Edifícios com vários pavimentos: Além de pontos críticos de pressão mínima no chuveiro de andares superiores, é preciso considerar pressões máximas, que podem exceder valores limitados por norma.

Após a escolha dos diâmetros, é preciso então calcular a perda de carga trecho a trecho, do ponto considerado até o reservatório, bem como a pressão disponível no ponto considerado. Os procedimentos e cálculos vistos até o momento são resumidos em tabelas, que facilitam a interpretação.

Se a pressão não é suficiente em um dos pontos analisados, deve-se aumentar o diâmetro do ramal (ou da coluna) até que a pressão seja suficiente.

CONCLUINDO A UNIDADE

O não cumprimento das orientações básicas estabelecidas por norma é muito comum na construção de um sistema de abastecimento predial, principalmente em pequenas edificações, em que o proprietário acha desnecessária a contratação de um profissional capacitado. Muitas vezes, dependendo do posicionamento e do comprimento da tubulação, existe uma maior perda de carga no caminho, fazendo com que a pressão dinâmica, no momento em que a torneira é aberta, não seja suficiente para funcionar adequadamente. No capítulo *Água Fria: Perdas de carga e dimensionamento de barriletes, colunas, ramais, sub-ramais e verificação de funcionamento* inicie seus estudos em Perdas de carga e siga lendo até a verificação das condições de funcionamento das tubulações.

DICA DO PROFESSOR

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

<http://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula3/aula3.htm>

HIDRÁULICA

SAIBA MAIS

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

<https://www.proacustica.org.br/assets/files/Artigos/As%20normas%20ABNT%20NBR%2015575.pdf>

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



1) O cálculo exato da perda da carga nas tubulações é essencial para um correto dimensionamento do sistema de distribuição de água fria. Sobre perda de carga é correto afirmar:

- A) A perda de carga de interesse é a perda contínua.
- B) A perda de carga de um sistema é a soma entre a perda de carga distribuída e a perda de carga localizada.
- C) O diâmetro não influencia no cálculo da perda de carga.
- D) Comprimentos equivalentes são os comprimentos reais das tubulações do sistema.
- E) O cálculo da perda de carga não precisa ser feito trecho a trecho, basta as informações de cota do reservatório e do ponto de interesse.

SEU GABARITO

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



2) O dimensionamento do sistema de distribuição deve considerar:

- A) Para o cálculo do ramal, apenas a peça de maior vazão.
- B) O sub-ramal tem diâmetro fixado por norma e não deve ser modificado.
- C) Em um edifício, o ponto crítico é apenas os andares superiores próximos ao reservatório.
- D) O dimensionamento do barrilete é feito pelo mesmo método dos ramais e dicas de colunas de distribuição.
- E) Pequenas residências não possuem pontos críticos em relação à pressão por possuírem menor altura.

SEU GABARITO

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



3 - Após o cálculo do diâmetro das tubulações dos sub-ramais, dos ramais, das colunas e do barrilete, é necessário verificar as condições de funcionamento para garantir pressão adequada em todos os pontos. Sobre as condições de funcionamento é correto afirmar:

- A) A pressão dinâmica mínima em todas as peças de utilização é de 0,5 m.c.a.
- B) Se a pressão não for suficiente no ponto de utilização do chuveiro a única alternativa é aumentar a diferença de altura entre o chuveiro e o reservatório.
- C) Em um sistema, os pontos críticos em relação à pressão são os pontos mais próximos do reservatório apenas, já que os demais possuem pressão acima da mínima.
- D) Se a pressão mínima em chuveiro com o sub-ramal de 20 mm não for suficiente, pode-se optar por aumentar o diâmetro para 25 mm, diminuindo a perda de carga e fazer outra verificação.
- E) As pressões mínimas não são limitadas, apenas as máximas, que podem causar danos à tubulação e aparelhos.

SEU GABARITO

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



4 - O dimensionamento de ramal pode ser feito por dois diferentes métodos. Sobre esses métodos, é correto afirmar:

- A) O método do consumo máximo provável é indicado para o dimensionamento de residências.
- B) O método do consumo máximo possível considera o uso de alguns pontos simultaneamente, mas nunca todos os pontos.
- C) O método do máximo consumo provável é indicado para dimensionamento de banheiros públicos e vestiários.
- D) Os dois métodos podem ser utilizados no dimensionamento de um vestiário sem prejuízo à utilização destes.
- E) O método do consumo máximo provável tende a superdimensionar a tubulação em relação ao outro método.

SEU GABARITO

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO



5- A instalação predial de água fria deve ser dimensionada de forma que:

- a) Em qualquer ponto da rede predial de distribuição a pressão da água, em condições dinâmicas, não deva ser inferior a 15 kPa (1,5 mca).
- b) No dimensionamento da tubulação entre a rede pública de abastecimento e o reservatório predial, a velocidade não seja superior a 2,0 m/s.
- c) Em qualquer ponto da rede em condições estáticas a pressão não deve ser superior a 40 m.c.a.
- d) No dimensionamento da rede de distribuição predial, a velocidade não seja superior a 3,5 m/s.
- e) A vazão seja calculada segundo o consumo per capita multiplicado pelo número de habitantes.

SEU GABARITO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9814:1987. Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844:1989. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

GABARITOS

1- Gabarito: B

Justificativa do gabarito: Deve-se considerar as perdas causadas pelo atrito do escoamento com a tubulação além das perdas causadas pela presença de singularidades.

2- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: É pelo mesmo método dos pesos das peças de utilização.

3- Gabarito: D

Justificativa do gabarito: Ao diminuir para 25 mm, a pressão dinâmica mínima passa a ser menor e as perdas são menores com tubulação de maior diâmetro.

4- Gabarito: A

Justificativa do gabarito: Este é o método mais adequado.

5- Gabarito: C

Justificativa do gabarito: Por questões de segurança, a pressão máxima é limitada por norma.