



XII-011 - PROPOSTA DE PADRONIZAÇÃO DE DIÂMETROS INTERNOS PARA AS TUBULAÇÕES UTILIZADAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO SANITÁRIO

Nelson Bevilacqua⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Fundação Armando Álvares Penteado (1992). Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (2006). Especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da USP (1999). Curso de Especialização em Sistemas de Esgotos em Tóquio, Japão (2001). Gerente da Divisão de Operação de Esgotos Norte da Sabesp.

Milton Tomoyuki Tsutiya

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP (1975). Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1984). Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1990). Professor Doutor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Conselheiro Saraiva, 519 - Santana - São Paulo - SP- CEP: 02037-021 - Brasil - Tel: +55(11) 2971-4070 - e-mail: nbevilacqua@sabesp.com.br

RESUMO

Este trabalho descreve as definições e valores dos diâmetros nominal, interno e externo das tubulações utilizadas em sistemas de abastecimento de água e de esgotos sanitários. Os dados apresentados foram obtidos através de pesquisa efetuada em catálogos dos principais fabricantes nacionais, no setor de fornecedores da Sabesp e através de análise das normas técnicas da ABNT (NBR) e da Sabesp (NTS). Observam-se as simulações realizadas para o cálculo comparativo entre a vazão nominal e real dos tubos de diferentes materiais utilizando-se, respectivamente, o diâmetro nominal e o diâmetro interno. Como principais conclusões, destaca-se que o pior caso de subdimensionamento ocorre com o material cerâmico e de superdimensionamento com o ferro fundido. Recomenda-se que o estudo detalhado das discrepâncias entre os diâmetros internos e nominais das tubulações de diferentes materiais utilizados nos sistemas de coleta e transporte de esgoto e nas adutoras e rede de distribuição de água, sirva de subsídio para a ABNT na elaboração de normas técnicas que regulamentem as dimensões de fabricação dos tubos, contribuindo para a redução da divergência entre o dimensionamento hidráulico e as condições reais de operação das tubulações.

PALAVRAS-CHAVE: Tubulações, Diâmetros, Padronização.

INTRODUÇÃO

As tubulações são os componentes principais dos sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário, e a escolha adequada do seu diâmetro é de fundamental importância para o bom funcionamento desses sistemas.

Tradicionalmente, em todos os países, o dimensionamento das tubulações de água e esgoto, é realizado utilizando-se o diâmetro interno. Entretanto, para os fabricantes nacionais as tubulações são comercializadas através do diâmetro nominal, que nem sempre coincide com o diâmetro interno.

As normas técnicas da ABNT referem-se sempre ao diâmetro nominal, induzindo ao projetista que o diâmetro nominal é igual ao diâmetro interno, o que nem sempre acontece, pois o diâmetro interno pode ser maior ou menor do que o diâmetro nominal, dependendo do fabricante. Essas diferenças de diâmetros internos podem conduzir ao subdimensionamento ou superdimensionamento das tubulações, principalmente em pequenos diâmetros, os mais utilizados em sistemas de água e esgoto

MATERIAIS E MÉTODOS

Os diâmetros das tubulações de água e esgoto foram obtidos através de pesquisa efetuada em catálogos dos principais fabricantes nacionais, no setor de fornecedores da Sabesp e através de análise das normas técnicas da ABNT (NBR) e da Sabesp (NTS). Também, foi consultada a literatura mundial referentes aos diâmetros e dimensionamento hidráulico das tubulações de sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário.



DEFINIÇÕES DOS DIÂMETROS DAS TUBULAÇÕES

De um modo geral, todas as normas da ABNT referentes às tubulações, definem o diâmetro nominal, diâmetro interno e diâmetro externo. Com base nas normas NBR 8889/1985, NBR 5645/1990, NBR 7362/1999, NBR 14486/2000 e NBR 8890/2003, as definições apresentadas por essas normas são:

- Diâmetro nominal (DN) – número que classifica, em dimensão, os elementos da tubulação (tubos e conexões) e que corresponde aproximadamente ao seu diâmetro interno em milímetros. O diâmetro nominal não deve ser objeto de medição, nem ser utilizado para fins de cálculo.
- Diâmetro interno (DI) – valor da distância, em milímetros, entre dois pontos quaisquer, diametralmente opostos, da superfície interna de uma mesma seção reta do tubo;
- Diâmetro externo (DE) – valor da distância, em milímetro, entre dois pontos quaisquer, diametralmente opostos, da superfície externa de uma mesma seção reta do tubo.

Apesar do diâmetro nominal, ser apenas um número de referência, não tendo nenhum significado com relação às dimensões físicas das tubulações, as normas técnicas em geral, em especial às da ABNT, sempre referem-se para o dimensionamento hidráulico ao diâmetro nominal, como se pode observar na norma NBR 9649/1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.

TUBULAÇÕES DE ÁGUA E ESGOTO DISPONÍVEIS NO MERCADO NACIONAL

A Tabela 1 apresenta os valores de diâmetros nominal, externo e interno, disponibilizados pelos principais fabricantes para o mercado nacional. Neste resumo foram levantados somente os pequenos diâmetros, por serem os mais utilizados e apresentarem maiores diferenças no dimensionamento hidráulico.

Tabela 1 – Valores de diâmetros nominal, externo e interno para os vários materiais das tubulações fabricados no Brasil

Material	Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro externo (mm)	Diâmetro interno (mm)
PVC	100	110	105
	150	160	152,8
	200	200	191
Cerâmica	100	132	94
	150	190	140
	200	246	188
PEAD	100	110	95
	150	160	135
	200	201	169
Ferro fundido	100	103	98
	150	151	145
	200	222	216,6
Concreto	200		200
	400		400
	500		500

Observa-se na Tabela 1 que, para as tubulações de concreto o diâmetro nominal é igual ao diâmetro interno, entretanto, para as demais tubulações, o diâmetro interno pode ser menor ou maior que o diâmetro nominal, exceto para a tubulação cerâmica e o PEAD, que sempre o diâmetro interno é inferior ao diâmetro nominal.

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Utiliza-se o diâmetro interno para o dimensionamento das tubulações, entretanto, na prática, o diâmetro interno definido nos cálculos hidráulicos, é o mesmo especificado para compra, ou seja, o diâmetro nominal, portanto, há um subdimensionamento quando esse diâmetro coincidir com o diâmetro externo do tubo ou quando a diferença do diâmetro externo e a espessura do tubo for menor que o diâmetro nominal.

Os cálculos hidráulicos considerando os diâmetros internos das principais tubulações do sistema de adução e distribuição de água foi realizada utilizando a fórmula de Hazen-Williams, com coeficiente de rugosidade $C =$



120 e perda de carga unitária, e para coleta e transporte de esgoto sanitário, foi utilizada a equação de Manning considerando-se o coeficiente $n = 0,013$, declividade de 0,007m/m e altura da lâmina d'água a 75% do diâmetro do tubo ($y/D = 0,75$).

Para o cálculo de tubulações funcionando como condutos forçados (adutoras e redes de distribuição de água) foram utilizados os tubos de PVC e ferro fundido e para coleta e transporte de esgoto sanitário, considerando como conduto livre foi utilizado os tubos de cerâmica, PVC e ferro fundido.

RESULTADOS

TUBULAÇÕES DE PVC

A Tabela 2 apresenta as simulações realizadas para o cálculo comparativo entre a vazão nominal e real dos tubos de PVC. Utilizou-se para esse cálculo, respectivamente, o diâmetro nominal e o diâmetro interno do tubo.

Tabela 2 – Diâmetros e vazões das tubulações de PVC em conduto livre (CL) e forçado (CF).

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Vazão nominal (L/s)		Vazão real (L/s)		Diferenças entre vazão real e nominal (%)	
		CF	CL	CF	CL	CF	CL
100	105	7,85	3,94	8,92	4,49	12	14
150	152,8	22,80	11,64	23,93	12,20	5	5
200	191	48,58	25,02	43,04	22,12	-13	-12

Verifica-se na Tabela 2 que a vazão real é 13% menor que a vazão nominal para o diâmetro de 200 mm. Nos diâmetros de 100 e 150 mm a vazão nominal é maior que a real em até 14%.

TUBULAÇÕES DE CERÂMICA

A Tabela 3 apresenta as simulações realizadas como conduto livre para o cálculo comparativo entre a vazão nominal e real dos tubos cerâmicos.

Tabela 3 – Diâmetros e vazões das tubulações cerâmicas funcionando como conduto livre.

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Vazão nominal (L/s)	Vazão real (L/s)	Diferença entre vazão real e nominal (%)
100	94	3,94	3,34	-15
150	140	11,61	9,66	-17
200	188	25,02	21,21	-15

Para tubulação cerâmica a vazão real é de 15 a 17% menor que a vazão nominal, representando um subdimensionamento da tubulação implantada em relação à tubulação projetada.

TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO

A Tabela 4 apresenta as simulações realizadas para o cálculo comparativo entre a vazão nominal e real dos tubos de FoFo.



Tabela 4 - Diâmetros e vazões das tubulações de ferro fundido funcionando como conduto forçado (CF) e conduto livre (CL).

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Vazão nominal (L/s)		Vazão real (L/s)		Diferenças entre vazão real e nominal (%)	
		CF	CL	CF	CL	CF	CL
100	98	7,85	3,94	7,44	3,73	-6	-6
150	145	22,80	11,61	20,85	10,61	-9	-9
200	216,6	48,58	25,02	59,92	30,94	19	24

A Tabela 4 mostra a diferença negativa de 6% e de 9% no cálculo da vazão real em relação à vazão nominal para as tubulações de 100 e 150 mm, respectivamente, e um superdimensionamento de 24% para os tubos de 200 mm.

CONCLUSÕES

As principais conclusões e recomendações desse trabalho são:

As maiores diferenças ocorrem com o material cerâmico, variando entre 15 e 17% a vazão nominal em relação à vazão real para os diâmetros de 100/200 mm e 150 mm, respectivamente, representando os piores casos de subdimensionamento;

Nos tubos de PVC, o pior caso ocorre no diâmetro de 200 mm, com uma diferença negativa (subdimensionamento) de 13% e o maior caso de superdimensionamento ocorre nos tubos de ferro fundido de 200mm com uma diferença positiva (superdimensionamento) de 24%;

Para os tubos de concreto, devido às definições contidas na norma da ABNT NBR 8889/1985, que citam a necessidade de similaridade das dimensões do diâmetro interno com o diâmetro nominal, as diferenças não são observadas;

O estudo detalhado das discrepâncias entre os diâmetros internos e nominais das tubulações de diferentes materiais utilizados nos sistemas de coleta e transporte de esgoto e nas adutoras e rede de distribuição de água, servirá de subsídio para a ABNT na elaboração de normas técnicas que regulamentem as dimensões de fabricação dos tubos, contribuindo para a redução da divergência entre o dimensionamento hidráulico e as condições reais de operação das tubulações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRIÈRE, F. G. Distribution et collecte des eaux. Montréal: l'École Polytechnique de Montréal, 1997.
2. TSUTIYA, M.T. Abastecimento de água, 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. 643p.
3. TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. Coleta e transporte de esgoto sanitário, 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 548p.
4. TWORT, A. C. et al. Water supply. 5th ed. London: IWA Publishing, 2000.