SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES PARÂMETROS DE PROJETO APLICADOS AO DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES DO SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO

Comparison of different design parameters applied to hydraulic sizing of sewage drainage building components

Cibele de Moura Guimarães[1]; Bárbara Gomes Martins [2]; Bruna Fioramonte [3]; Ricardo Prado Abreu Reis [4]

Recebido em 28 de abril de 2023, aprovado em 29 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

Palavras-chave:
Sistemas Prediais Hidrossanitários

Esgoto Sanitário

Dimensionamento Hidráulico

Keywords:

Plumbing Systems

Sewage Drainage

Hydraulic Sizing

RESUMO: A NBR 8160 (ABNT, 1999) aborda a concepção dos sistemas prediais de esgoto sanitário (SPES) e prescreve dois métodos para o dimensionamento do SPES: o somatório de unidades Hunter de contribuição e o método hidráulico. Uma considerável diferença entre eles é que o método hidráulico necessita de parâmetros de projeto relacionados a utilização da edificação, enquanto o método Hunter considera apenas os aparelhos sanitários existentes. Dado o número de parâmetros envolvidos na utilização do método hidráulico, o objetivo deste estudo foi analisar a influência do fator de falha e do número de pavimentos ao utilizar esse método para dimensionar o SPES de um edifício. Para isso, foram utilizadas duas opções de fator de falha: 1% e 5% e os pavimentos avaliados foram 4, 8, 12, 16 e 20. Observou-se que os ramais de descarga e esgoto não sofreram variações com alteração do fator de falha ou número de pavimentos por se tratar de tubulações que recebem contribuição de unidades individuais. Enquanto a progressão da quantidade de pavimentos e redução do fator de falha ocasionou na ampliação dos diâmetros calculados dos tubos de queda e subcoletores diante do aumento da vazão, provocando o aumento de alguns diâmetros nominais.

ABSTRACT: *The NBR 8160 (ABNT, 1999) addresses the design of sewage building systems (SBS) and prescribes two methods for SBS sizing: the sum of Hunter contribution units and the hydraulic method. A significant difference between them is that the hydraulic method requires design parameters related to the building's usage, while the Hunter method considers only the existing sanitary appliances. Given the number of parameters involved in the hydraulic method, the objective of this study was to analyze the influence of the failure factor and the number of floors when using this method to size the SBS of a building. Two options for the failure factor were used: 1% and 5%, and the evaluated floors were 4, 8, 12, 16, and 20. It was observed that the discharge and sewage branches did not undergo variations with changes in the failure factor or the number of floors because they are pipelines that receive contributions from individual units. On the other hand, as the number of floors increased and the failure factor decreased, the calculated diameters of drop pipes and subcollectors increased due to the increased flow rate, resulting in an increase in certain nominal diameters.*

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **GUIMARAES, Cibele de Moura**: Universidade Federal de Goiás, cibeleguimaraes@discente.ufg.br

[2] **MARTINS, Bárbara Gomes**: Universidade Federal de Goiás, barbara_gomes16@discente.ufg.br

[3] **FIORAMONTE, Bruna**: Universidade Federal de Goiás e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, brunafioramonte@discente.ufg.br

[4] **REIS, Ricardo Prado Abreu**: Universidade Federal de Goiás, ricardo_reis@ufg.br

1 INTRODUÇÃO

A NBR 8160 (ABNT, 1999) trata dos critérios de concepção dos componentes dos Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário (SPES). De acordo com Veról Vazquez e Miguez (2020), Carvalho Júnior (2019), Macintyre (2017) e Wise e Swaffield (2002), os ramais de descarga são tubulações que recebem diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários, enquanto os ramais de esgoto recebem os efluentes dos ramais de descarga. O tubo de queda é a tubulação vertical existente em edificações com dois ou mais pavimentos, que recebe os efluentes dos ramais de esgoto e descarga. O subcoletor é a tubulação horizontal que recebe os efluentes de um ou mais tubos de queda ou de ramais de esgoto e contém inspeções intercaladas ao longo de seu percurso e interligações.

No Brasil, a NBR 8160 (ABNT, 1999) prescreve dois métodos para dimensionar os componentes do SPES: o método de unidades Hunter de contribuição (UHC) e o método hidráulico. Ambos os métodos são probabilísticos, sendo que o primeiro fornece os diâmetros das tubulações por meio de tabelas, de acordo com o número de aparelhos sanitários que geram contribuição, a declividade adotada e o número de pavimentos da edificação. Já o segundo exige que o engenheiro projetista defina parâmetros, como: número de aparelhos sanitários em uso simultâneo, o intervalo de tempo médio entre descargas consecutivas, duração da descarga, além da taxa de ocupação das tubulações. Esse método tem como principal base o conhecimento do perfil de uso do SPES da edificação, sendo aplicada a distribuição binomial de probabilidades para identificar esses parâmetros.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo consiste em comparar as diferenças dos resultados obtidos pela aplicação do método hidráulico no dimensionamento dos ambientes sanitários de um edifício residencial, quando submetido a diferentes variações dos parâmetros: número de pavimentos e o fator de falha.

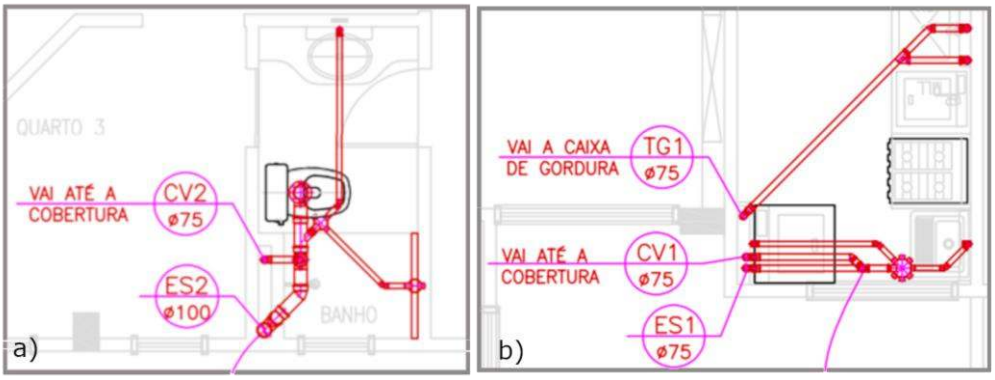
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do dimensionamento do SPES pelo método hidráulico descrito na NBR 8160 (ABNT, 1999), adotou-se um edifício residencial hipotético, contendo: uma cozinha, uma área de serviço e um banheiro (Figura 1). O cenário de estudo considerou apartamentos idênticos, variando o número de pavimentos: 4, 8, 12, 16 e 20.

O traçado e dimensionamento dos componentes do SPHS de cada ambiente sanitário foi definido considerando-se a utilização de tubos de PVC série leve. A vazão unitária dos aparelhos sanitários foi definida conforme a tabela B.4 da NBR 8160 (ABNT, 1999).

Considerando as Equações descritas no Quadro 1, as vazões dos ramais de esgoto foram calculadas usando a Equação 1; os diâmetros dos ramais de descarga, esgoto e subcoletores, foram obtidos por meio das Equações 2 e 3, para o escoamento a ½ e ¾ da seção dos tubos, respectivamente, além de declividades de 1 e 2%; a vazão do tubo de queda foi calculada com base na Equação 4 e seu diâmetro (DTQ) foi estimado com a Equação 5. Para dimensionar o tubo de queda e subcoletor dos pavimentos, somaram-se as vazões de cada aparelho sanitário e seus trechos, além de determinar a duração da descarga, o intervalo médio entre usos, a taxa de ocupação e o fator de falha, utilizando as Tabelas B.1, B.2 e B.3 da NBR 8160 (ABNT, 1999) e, também, foi realizado o dimensionamento pelo método do somatório de UHC para comparar os resultados obtidos. Utilizou-se uma declividade de 1% e um fator de falha de 5% para os ambientes do banheiro, cozinha e área de serviço em todos os pavimentos.

Figura 1 - Traçado e composição dos ambientes a) banheiro e b) cozinha com área de serviço.



Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 1 - Equações matemáticas utilizadas no dimensionamento.

Equação	Formulação Matemática	Item da NBR 8160/1999
1	$Q_e = \sum_{i=1}^{x} (m_i q_i)$	B.2.2.3
2	$d_e = \frac{n^{3/8} . Q_e^{3/8} . I^{-3/16}}{6{,}644}$	B.2.2.1
3	$d_e = \frac{n^{3/8} . Q_e^{3/8} . I^{-3/16}}{8{,}32}$	B.2.2.1
4	$Q_{TQ} = \sum_{i=1}^{n} (m_i q_i)$	B.2.1.2
5	$D_{TQ} = \frac{0{,}116 . n^{3/8} . Q_{TQ}^{3/8}}{t_o^{5/8}}$	B.2.1.1

Sendo:
Q_e: vazão do trecho (L/s);
x: nº de aparelhos sanitários no trecho;
m_i = nº de aparelhos sanitários de um dado tipo i considerando em uso simultâneo;
q_i = vazão unitária do aparelho sanitário do tipo i;
d_e: diâmetro interno do trecho considerado (m);
n: Coeficiente de rugosidade de Manning (PVC = 0,010);
I: Declividade do trecho;
D_{TQ}: Diâmetro interno do tubo de queda (m);
Q_{TQ}: Vazão de projeto no tubo de queda (L/s);
t_o: Taxa de ocupação de água durante o escoamento no tubo de queda (adimensional).

Fonte: Adaptado de NBR 8160 (ABNT, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Dimensionamento dos ramais de descarga e ramais de esgoto

Quanto ao dimensionamento do ramal de descarga, os diâmetros calculados para o banheiro, variaram de 40 a 75 mm e, para a cozinha e para a área de serviço, a variação foi de 40 a 50 mm. Vale destacar, que os ramais de descarga e esgoto não sofreram variações com alteração

do fator de falha e nem com o número de pavimentos, pois estas tubulações recebem contribuições individuais cada ambiente e os valores de "m_i" eram sempre iguais a 1, já que se tratava de um edifício residencial com apenas 1 aparelho sanitário ligado ao ramal. O Quadro 2 mostra os diâmetros calculados para o banheiro. A mesma abordagem foi aplicada para os demais ambientes. Observa-se também a possibilidade de redução de diâmetros quando comparados com o dimensionamento tradicionalmente realizado por meio do somatório de UHC. Essa redução de diâmetro resulta em um aumento da altura da lâmina d'água e da velocidade, o que pode contribuir com um arraste mais eficiente dos sólidos no interior da tubulação (DEMARCO *et al.* 2013; VALÊNCIO, 2017; BARONI, 218).

Quadro 2 - Resumo dos diâmetros calculados para os ramais de descarga e ramais de esgoto do banheiro.

Tipo	Aparelho Sanitário	Diâmetro definido por UHC (mm)	Diâmetro 1/2 seção		Diâmetro 3/4 seção		Declividade (%)	Fator de Falha (%)	Q (L/s)
			Calculado (mm)	DN adotado	Calculado (mm)	DN adotado			
Ramal de descarga	Bacia com caixa acoplada	100	62,51	75	49,91	50	1,0	-	0,96
	Lavatório	40	27,36	40	21,85	40	2,0	-	0,15
	Chuveiro	40	30,48	40	24,34	40	2,0	-	0,20
Ramal de esgoto	Lavatório + Chuveiro	50 saída da cx. sifonada	37,60	50 saída da cx. sifonada	30,02	50 saída da cx. sifonada	2,0	1,0	0,35
	Lavatório + Chuveiro + Bacia com caixa acoplada	100	70,23	75	56,09	75	1,0	1,0	1,31

Fonte: Autoria própria (2023).

3.2. Dimensionamento dos tubos de queda e subcoletores

No Quadro 3, mostra os resultados dos diâmetros calculados para os tubos de queda e subcoletores provenientes do banheiro bem como o comparativo com os diâmetros encontrados pelo somatório de UHC. Observa-se que o número de pavimentos afeta diretamente os diâmetros dos tubos de queda e subcoletores. Fatores de falha de 1% geram vazões maiores e, consequentemente, diâmetros calculados maiores em comparação com 5%. Resultados similares foram observados para os ambientes de cozinha e área de serviço. Com relação a comparação dos diâmetros definidos por meio do somatório de UHC, observou-se ser possível obter diâmetros inferiores a 100 mm nos tubos de queda e subcoletores, mesmo havendo contribuição de bacias sanitárias.

Quadro 3 - Resumo dos diâmetros calculados para os tubos de queda e subcoletores do banheiro.

Nº de Pavimentos do Edifício	Fator de Falha (%)	Componente	Vazão (L/s)	1/3 Taxa de Ocupação		Somatório de UHC	Componente	Declividade (%)	Diâmetro 1/2 seção		Diâmetro 3/4 seção		Somatório de UHC
				Calculado (mm)	DN adotado (mm)	DN adotado (mm)			Calculado (mm)	DN adotado	Calculado (mm)	DN adotado (mm)	DN adotado (mm)
4	1,0	Tubo de Queda Banho ES2	1,91	72,1	75	100	Subcoletor	1,0	80,9	100	64,6	75	100
	5,0		1,71	50,1	75	100		1,0	77,6	100	62,0	75	100
8	1,0		2,66	72,1	75	100		1,0	91,6	100	73,2	100	100
	5,0		2,31	56,1	75	100		1,0	86,9	100	69,4	75	100
12	1,0		3,06	72,1	75	100		1,0	96,5	100	77,1	100	100
	5,0		2,86	56,1	75	100		1,0	94,1	100	75,2	100	100
16	1,0		4,57	98	100	100		1,0	112,2	150	86,6	100	100
	5,0		3,26	56,1	75	100		1,0	98,9	150	78,9	100	100
20	1,0		4,97	98	100	100		1,0	115,8	150	92,5	100	100
	5,0		3,66	72,1	75	100		1,0	106,7	150	85,2	100	100

Fonte: Autoria própria (2023).

Foram relacionadas as taxas referentes aos diâmetros do tubo de queda e do subcoletor ao realizar os cálculos utilizando o fator de falha de 5% e depois de 1%. No Quadro 5, é possível verificar que, em todos os casos, houve acréscimos percentuais nos valores das vazões e diâmetros calculados nos banheiros dos diferentes cenários de estudo, com a redução do fator de falha de 5% para 1%.

Quadro 5 - Acréscimos percentuais observados na comparação entre a adoção de fator de falha de 5% e 1% nos cálculos dos diâmetros e vazões do banheiro.

<table>
<tr><td rowspan="3">Nº PAV.</td><td colspan="6">ACRÉSCIMOS PERCENTUAIS OBSERVADOS ENTRE FATOR FALHA DE 5% E 1%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Diâmetros TUBO DE QUEDA</td><td colspan="3">Diâmetros SUBCOLETOR</td><td rowspan="2">Vazão (%)</td></tr>
<tr><td colspan="2">1/3 Taxa de Ocupação</td><td colspan="2">1/2 seção</td><td colspan="2">3/4 seção</td></tr>
<tr><td>4</td><td>43,9%</td><td rowspan="2">Sem alteração no DN adotado</td><td>4,2%</td><td rowspan="4">Sem alteração no DN</td><td>4,2%</td><td>Sem alteração no DN adotado</td><td>11,7%</td></tr>
<tr><td>8</td><td>28,5%</td><td>5,4%</td><td>5,4%</td><td>DN aumentou</td><td>15,0%</td></tr>
<tr><td>12</td><td>28,5%</td><td rowspan="2">2,6%</td><td>2,6%</td><td rowspan="3">Sem alteração no DN adotado</td><td>7,0%</td></tr>
<tr><td>16</td><td>35,9%</td><td rowspan="2">DN aumentou</td><td>13,5%</td><td>9,7%</td><td>40,2%</td></tr>
<tr><td>20</td><td>35,9%</td><td>8,5%</td><td>8,5%</td><td>35,8%</td></tr>
</table>

Fonte: Autoria própria (2023)

Mesmo com o aumento das vazões e dos diâmetros, não houve um padrão consistente. Não foi possível estabelecer uma relação direta entre os diâmetros calculados e os nominais, pois em algumas situações, houve aumento significativo sem a necessidade de aumentar o DN, em outras, acréscimos pequenos foram suficientes para aumentar o DN. Quando o diâmetro calculado está próximo do DN seguinte, um pequeno acréscimo pode ser suficiente para aumentá-lo, como visto no cenário de 8 pavimentos.

4 CONCLUSÕES

O dimensionamento hidráulico dos SPES proporciona uma concepção mais enxuta dos seus componentes com relação ao dimensionamento realizado pelo somatório de UHC. Inclusive, possibilitando a adoção de prumadas inferiores a 100 mm de diâmetro em banheiros, mesmo considerando a contribuição da bacia sanitária. Conclui-se que o maior impacto do dimensionamento hidráulico na determinação dos componentes do SPES, quando são adotandos diferentes parâmetros de projeto, são observados no tubo de queda e no subcoletor. Esses têm seu diâmetro aumentado com o acréscimo do número de pavimentos e com a adoção de fatores de falha menores. Contudo, não foi possível observar um padrão que determinasse o aumento dos diâmetros por meio dos cenários analisados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **ABNT NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

BARONI, B. T. **Redução dos diâmetros de ramais e coletores nos sistemas prediais de esgotos sanitários.** Dissertação. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 2018.

CARVALHO JÚNIOR, R. de. **Instalações Hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 12ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2019.

DEMARCO, P.; KOELLER, J.; MARTIN, S.; SWATKOWSKI, L; WHITE, C.; BURGESS, M.The drainline transport of solid waste in buildings. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM CIB W062 ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 39th, 2013, Nagano, Japão. **Water Supply and Drainage for Buildings.** Nagano: The International Council for Research and Innovation, Commission CIB W062, 2013. Pp. 93-104.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas: prediais e industriais**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VALÊNCIO, I. P. **Desempenho do sistema predial de água e esgoto sanitário com uso de bacias sanitárias de volume de descarga de 4,8 litros.** Dissertação. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 2017.

VERÓL, Aline Pires; VAZQUEZ, Eliane Garrido; MIGUEZ, Marcelo Gomes. **Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis.** 2 Ed. Rio de Janeiro. Elsevier. 2020.

WISE, A. F. E.; SWAFFIELD, J. A. **Water, Sanitary and Waste Services for Buildings.** 5° Ed. Butterworth Heinemann – Elsevies Science. Woburn, MA. ISBN: 0 7506 5255 1. 2002. 269p.