XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
DESEMPENHO E INOVAÇÃO
DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS
SÃO PAULO – 04 DE OUTURO DE 2019

VERIFICAÇÃO DOS COMPRIMENTOS MÁXIMOS DE VENTILAÇÃO – ESTUDO DE CASO PARA BANHEIROS RESIDENCIAIS

VERIFICATION OF MAXIMUM VENTILATION LENGTHS – CASE STUDY FOR RESIDENTIAL BATHROOMS

ZILIO, Laura[1]; FERNANDES, Vera[2]; SCORTEGAGNA, Vinicius[3]; FIORI, Simone[4]; SETOLI, Anelise[5]

[1] Universidade de Passo Fundo, Rua Benjamim Constant 400/802, laurasfzilio@gmail.com
[2] Universidade de Passo Fundo, cartana@upf.br
[3] Universidade de Passo Fundo, viniciuss@upr.br;
[4] Universidade de Passo Fundo, sfiori@upf.br;
[5] Universidade de Passo Fundo, Anelise.sertoli@upf.br

RESUMO

Sabe-se que o sistema de esgoto sanitário opera com escoamento livre, por gravidade. Sendo assim, a pressão atuante no mesmo é a atmosférica. O subsistema de ventilação visa manter a pressão constante no interior das tubulações para proteger o fecho hídrico dos desconectores, com o propósito de que estes não percam a função de barrar a entrada dos odores do interior das tubulações para os ambientes sanitários. No entanto, nos momentos de escoamento, podem se desenvolver variações de pressão que alteram o fecho hídrico dos desconectores presentes no sistema. Para estes casos foi desenvolvido os sistemas de ventilação. Dentre os tipos de ventilação preconizados pela NBR 8160/1999, tem-se o sistema realizado pela simples interligação do tubo de queda com a coluna de ventilação, chamado de sistema modificado com ventilação no próprio tubo de queda. Dessa forma, neste trabalho, foram testados os comprimentos máximos de ventilação indicados na NBR 8160/1999, para utilização deste sistema, através de testes experimentais que simularam um ambiente sanitário de banheiro residencial. A partir dos resultados obtidos, pode-se constatar a necessidade de uma atualização das distâncias máximas de ventilação preconizadas na NBR 8160/1999, visto que as apresentadas na última revisão se encontram extremamente conservadoras.

Palavras-chave: Sistema modificado de ventilação no próprio tubo de queda, Comprimento de ventilação.

ABSTRACT

It is known that the sanitary sewage system operates with free flow, by gravity, so the pressure actuating in it is atmospheric. The ventilation subsystem aims to maintain constant pressure inside the pipes to protect the water closure of the disconnectors, with the purpose that they do not lose the function of barring the entry of odors from the inside of the pipes to the sanitary environments. However, in times of flow, pressure variations can be developed that alter the water closure of the disconnectors present in the system. Ventilation systems were developed for these cases. Among the types of ventilation recommended by NBR 8160/1999, there is a system performed by the simple interconnection of the fall tube with the ventilation column, called a modified system with ventilation in the fall pipe itself. Thus, in this work, the maximum ventilation lengths indicated in NBR 8160/1999 were tested, to use this system, through experimental tests that simulated a sanitary environment of a residential bathroom. From the results obtained, one can observe the need for an update of the maximum ventilation distances recommended in NBR 8160/1999, because those presented in the last review are extremely conservative.

Keywords: *Modified system with ventilation in the fall pipe itself, Ventilation distances.*

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas prediais de esgoto sanitário têm como função coletar e conduzir as águas utilizadas para diversos fins nas edificações. Os desconectores presentes nas instalações, através do seu fecho hídrico, impedem o retorno dos gases e, consequentemente, a invasão dos odores do interior das tubulações para os ambientes sanitários. Para proteger os fechos hídricos dos fenômenos de variação de pressão, gerados pelas descargas nas instalações, foram inseridos os subsistemas de ventilação.

Em virtude da NBR 8160 (ABNT, 1999) ter sido revisada pela última vez nos anos 90, ela pode não estar mais representando a realidade corrente dos aparelhos e instalações e apresentar a necessidade de uma nova revisão.

O sistema modificado com ventilação no próprio tubo de queda é um dos tipos de ventilação secundária preconizado na NBR 8160 (ABNT, 1999). Neste sistema a ventilação é realizada através da interligação direta da coluna de ventilação ao tubo de queda, sem a presença de ramais de ventilação no interior dos ambientes sanitários, gerando uma economia de espaço, além de tubos, conexões e mão de obra.

Este sistema é adotado e dimensionado em projetos de acordo com distâncias máximas dos desconectores ao tubo ventilador indicadas na NBR 8160 (ABNT, 1999). Buscou-se entender em que condições este sistema pode ser utilizado em banheiros de edificações residenciais, sem que os fechos hídricos dos aparelhos sejam afetados e, por isso, foram realizados testes com os comprimentos máximos de ventilação indicados.

2 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Hidráulica e Hidrologia da Universidade de Passo Fundo, localizado no prédio do Cetec-UPF, campus 1, Passo Fundo, RS.

O estudo realizado visou representar a realidade corrente dos sistemas hidrossanitários da cidade de Passo Fundo. Para isto, simulou-se a vazão para representar edifícios de 9 pavimentos, comuns na região central da cidade, e de 2 pavimentos, comuns em residências unifamiliares no restante dos bairros. As vazões utilizadas para simular as situações determinadas, foram calculadas de acordo com o método hidráulico apresentado no anexo B da NBR 8160/1999, resultando nos valores de 0,91 L/s e 2,72 L/s respectivamente.

2.1 Configuração dos experimentos

Definiu-se que os experimentos seriam realizados para três diâmetros nominais, 50 mm, 75 mm e 100 mm. Para o diâmetro de 50 mm, mediu-se a alteração de fecho hídrico sofrida na caixa sifonada e para os diâmetros de 75 mm e 100 mm mediu-se a alteração de fecho hídrico sofrida na bacia sanitária. Além disso, foi medida a alteração de fecho hídrico na caixa sifonada combinada com a saída da bacia sanitária de 75 mm e de 100 mm para que pudesse observar esta influência.

Foram montadas instalações de esgoto de banheiros residenciais. A simulação contou com sistemas de coleta e condução e subsistema de ventilação secundária de coluna. Para cada diâmetro nominal, foram testadas três distâncias, conforme indica a Tabela 1.

TABELA 1- Comprimentos de ventilação testados

Diâmetro nominal do ramal de descarga DN (mm)	Distâncias dos protótipos (m)
50	0,55
	1,68
	2,86
75	1,50
	1,80
	2,80
100	1,50
	2,20
	3,20

Fonte: Próprio autor (2019)

Foram montados 12 protótipos para a simulação dos banheiros residenciais típicos, com a seguinte configuração: uma bacia sanitária com caixa acoplada, um lavatório e um chuveiro. Estes protótipos foram testados em sua configuração original: utilizando a caixa sifonada grande, curva de raio longo no desvio do tubo de queda e com sistema de ventilação, e com algumas variações, sendo estas: utilizando caixa sifonada pequena, joelho de 90° no desvio do tubo de queda e com a ventilação totalmente restringida. A Figura 1 apresenta um dos protótipos montados.

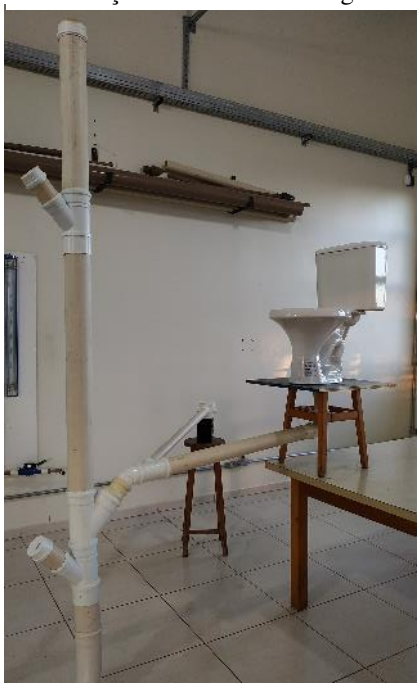
FIGURA 1 - Protótipo modelo montado



Fonte: Próprio autor (2019)

Para restringir a ventilação secundária foram utilizados caps como apresenta a Figura 2. O cap utilizado no topo do tubo de queda precisou ser cortado para o acesso da tubulação de simulação de vazões. Para impedir a entrada de ar, utilizaram-se pequenos pedaços de cera para a vedação do encaixe entre a abertura e a tubulação, conforme a Figura 3 exemplifica.

FIGURA 2 - Protótipo com a ventilação totalmente restringida



Fonte: Próprio autor (2019)

FIGURA 3 - Restrição da ventilação primária no topo do tubo de queda



Fonte: Próprio autor (2019)

As tubulações de PVC foram instaladas de acordo com as recomendações do fabricante pelo sistema de junta elástica, o qual permite a movimentação das tubulações. Neste sistema utilizam-se anéis de vedação em conjunto com uma pasta lubrificante para união dos tubos e conexões.

Como indica a NBR 8160 (ABNT, 1999), as ligações entre o tubo de queda e a coluna de ventilação foram feitas por meio de uma junção em 45°. Observando também que a mesma estivesse locada a no mínimo 15 centímetros acima do nível de borda da bacia sanitária, por ser o mais elevado aparelho servido. Além disso, pelo experimento representar o banheiro do pavimento térreo, foi necessária uma segunda interligação do tubo de queda com a coluna de ventilação antes do desvio do tubo de queda, conforme apresenta a Figura 4.

FIGURA 4 - Interligações da coluna de ventilação diretamente ao tubo de queda



Fonte: Próprio autor (2019)

Na Figura 4, pode-se observar a presença de um tubo após a interligação da coluna de ventilação com o tubo de queda, este foi utilizado apenas para manter o equilíbrio dos protótipos.

Para as análises de alteração de fecho hídrico realizadas na caixa sifonada ocorreram cinco situações:

• Com a descarga da bacia sanitária do pavimento térreo;
• Com a descarga no tubo de queda representando a residência de 2 pavimentos;
• Com a descarga da bacia sanitária do pavimento térreo e com a descarga no tubo de queda representando a residência de 2 pavimentos simultâneas;
• Com a descarga no tubo de queda representando a edificação de 9 pavimentos;
• Com a descarga da bacia sanitária do pavimento térreo e com a descarga no tubo de queda representando a edificação de 9 pavimentos simultâneas;

Visto que o foco das análises é a ocorrência de sifonagem induzida, não foram simuladas as situações com a descarga apenas da bacia sanitária e as situações com a descarga da bacia simultânea às descargas no tubo de queda. Para os diâmetros de 75 e 100 mm, foram analisadas as alterações de fecho hídrico nas seguintes condições:

• Com a descarga no tubo de queda representando a residência de 2 pavimentos;
• Com a descarga no tubo de queda representando a edificação de 9 pavimentos;

2.2 Realização dos experimentos

Os testes foram realizados com o auxílio das duas bombas ligadas em paralelo para fornecer a vazão necessária conforme calculado. Durante o percurso, a água vinda das bombas passava por um rotâmetro o qual media e indicava a vazão a qual estava sendo despejada no topo do tubo de queda. As bombas utilizadas possuem inversores de frequência, assim, de acordo com testes prévios realizados, pôde-se determinar as frequências que resultariam nas vazões desejadas. A Figura 5 apresenta o rotâmetro utilizado.

FIGURA 5 - Rotâmetro utilizado nos experimentos



Fonte: Próprio autor (2019)

As medições foram efetuadas com o auxílio de fitas graduadas fixadas nas caixas sifonadas, conforme ilustrado na Figura 6, e na bacia sanitária com uma régua graduada fixada na borda do aparelho, conforme Figura 7. Antes do início de cada simulação foi realizada a reposição dos fechos hídricos dos aparelhos e aguardou-se até que os mesmos se estabilizassem para iniciar o estudo. Após o nivelamento dos fechos hídricos, lançava-se a vazão determinada no tubo de queda e passados 10 segundos de vazão constante, as bombas eram desligadas e só após estabilizar a água era realizada a medição da alteração de altura dos fechos hídricos.

Figura 6 - Fita graduada fixada na caixa sifonada



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 7 - Régua fixada na bacia sanitária



Fonte: Próprio autor (2019)

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme foram ocorrendo os testes, pôde-se perceber que mesmo com os comprimentos de ventilação extremamente grandes para os protótipos com a ventilação secundária e maiores do que o máximo permitido pela norma não ocorria sifonagem induzida. Este fenômeno não era notado nem na caixa sifonada, provocado pela bacia sanitária ou pelos pavimentos superiores, nem na bacia sanitária provocado pelos pavimentos superiores.

A falta da ocorrência de sifonagem induzida mesmo em comprimentos de ventilação extremamente grandes deve-se, grande parte, pela atualização dos aparelhos sanitários, tubos e conexões. As características dos aparelhos sanitários da época de testes e publicação da norma NBR 8160 (ABNT, 1999) eram divergentes das atuais e a vazão de descarga foi o principal fator alterado.

Tamanha diferença não possibilitou a ocorrência de sifonagem induzida em comprimentos maiores dos máximos especificados pela norma NBR 8160 (ABNT, 1999). Assim para confirmar a efetividade do subsistema de ventilação secundária empregado optou-se pela restrição total da ventilação. A perda do fecho hídrico dos aparelhos analisada nos experimentos com a ventilação totalmente restringida é apresentada nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

TABELA 2 - Resultados dos experimentos do diâmetro nominal de 50 mm, combinados com 100 mm, com caixa sifonada grande

	Diâmetro 50 mm combinado com 100 mm CS GRANDE			
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM CURVA DE RAIO LONGO	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,3	-0,3	-0,9
	2 pavimentos	-0,2	-0,1	-
	2 pavimentos + bacia	-3,3	-1,8	-3,5
	9 pavimentos	-3,4	-4,8	-1,1
	9 pavimentos + bacia	-3,3	-3,6	-3,0
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM JOELHO 90°	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,3	-	-0,3
	2 pavimentos	-0,5	-	-0,3
	2 pavimentos + bacia	-3,0	-1,6	-2,3
	9 pavimentos	-3,8	-4,4	-4,3
	9 pavimentos + bacia	-5,6	-5,6	-6,0

Fonte: Próprio autor (2019)

TABELA 3 - Resultados dos experimentos do diâmetro nominal de 50 mm, combinados com 100 mm, com caixa sifonada pequena

	Diâmetro 50 mm combinado com 100 mm CS PEQUENA			
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM CURVA DE RAIO LONGO	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,2	-0,2	-0,4
	2 pavimentos	-0,1	-0,1	-0,2
	2 pavimentos + bacia	-1,8	-1,6	-2,0
	9 pavimentos	-1,9	-1,8	-1,9
	9 pavimentos + bacia	-1,9	-1,8	-2,0
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM JOELHO 90°	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,3	-0,3	-0,1
	2 pavimentos	-0,2	-0,3	-0,4
	2 pavimentos + bacia	-1,9	-1,6	-1,8
	9 pavimentos	-1,9	-1,7	-2,1
	9 pavimentos + bacia	-1,9	-2,0	-2,1

Fonte: Próprio autor (2019)

TABELA 4 - Resultados dos experimentos do diâmetro nominal de 50 mm, combinados com 75 mm, com caixa sifonada grande

	Diâmetro 50 mm combinado com 75 mm CS GRANDE			
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM CURVA DE RAIO LONGO	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,2	-0,3	-0,3
	2 pavimentos	-0,2	-0,2	-0,3
	2 pavimentos + bacia	-0,9	-1,2	-1,6
	9 pavimentos	-2,1	-2	-1,9
	9 pavimentos + bacia	-2,8	-3,1	-3,0
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM JOELHO 90°	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,2	-0,4	-0,4
	2 pavimentos	-0,3	-0,4	-0,5
	2 pavimentos + bacia	-1,3	-0,7	-2,0
	9 pavimentos	-2,3	-4,1	-3,2
	9 pavimentos + bacia	-5,3	-5,4	-6,4

Fonte: Próprio autor (2019)

TABELA 5- Resultados dos experimentos do diâmetro nominal de 50 mm, combinados com 75 mm, com caixa sifonada pequena

	Diâmetro 50 mm combinado com 75 mm CS PEQUENA			
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM CURVA DE RAIO LONGO	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,3	-0,3	-0,3
	2 pavimentos	-0,3	-0,2	-0,2
	2 pavimentos + bacia	-1,5	-1,7	-1,6
	9 pavimentos	-1,5	-1,7	-1,5
	9 pavimentos + bacia	-1,9	-1,8	-1,8
	Comprimentos de ventilação (m)	2,86	1,68	0,55
COM JOELHO 90°	SEM VENTILAÇÃO			
	Bacia	-0,2	-0,2	-0,3
	2 pavimentos	-0,2	-0,3	-0,4
	2 pavimentos + bacia	-1,3	-1,4	-1,2
	9 pavimentos	-1,7	-1,6	-1,5
	9 pavimentos + bacia	-2,1	-1,9	-1,9

Fonte: Próprio autor (2019)

TABELA 6- Resultados dos experimentos do diâmetro nominal de 75 mm

	Diâmetro 75 mm			
	Comprimentos de ventilação (m)	1,5	1,80	2,8
COM CURVA DE RAIO LONGO	SEM VENTILAÇÃO			
	2 pavimentos	-	-	-
	9 pavimentos	-1,5	-1,0	-
	Comprimentos de ventilação (m)	1,5	1,80	2,8
COM JOELHO 90°	SEM VENTILAÇÃO			
	2 pavimentos	-	-0,5	-
	9 pavimentos	-3,0	-5,0	-2,0

Fonte: Próprio autor (2019)

TABELA 7- Resultados dos experimentos do diâmetro nominal de 100 mm

	Diâmetro 100 mm			
	Comprimentos de ventilação (m)	1,5	2,20	3,2
COM CURVA DE RAIO LONGO	SEM VENTILAÇÃO			
	2 pavimentos	-	-	-
	9 pavimentos	-4,0	-7,0	-1,5
	Comprimentos de ventilação (m)	1,5	2,20	3,2
COM JOELHO 90°	SEM VENTILAÇÃO			
	2 pavimentos	-	-1,0	-
	9 pavimentos	-2,5	-4,0	-3,0

Fonte: Próprio autor (2019)

Os experimentos realizados com a ventilação secundária atuando, não resultaram em variações de fecho hídrico, pode-se então constatar a atuação do subsistema de ventilação empregado mesmo em distâncias muito grandes.

As duas análises realizadas, a respeito da ventilação secundária e da ocorrência de sifonagem induzida, são controversas. Pôde-se observar que quanto mais próxima a ligação ao tubo de queda, menor o comprimento de ventilação e maior é a influência do subsistema de ventilação instalado. Em contrapartida quanto mais próxima a ligação do tubo de queda maior a força de sucção da sifonagem induzida.

Além disto, foi possível constatar que nos experimentos em que se usou a caixa sifonada pequena (100x100x50), a ocorrência da perda total do fecho hídrico é facilitada, visto que o seu fecho hídrico é menor do que o da caixa sifonada grande (150x150x50). Comparando a utilização das duas caixas sifonadas, na grande, para a ocorrer a perda total do fecho hídrico foi necessária uma vazão significativamente maior do que a utilizada na caixa pequena.

Na configuração inicial dos protótipos foi instalada a curva de raio longo para realizar o desvio do tubo de queda, como indica a NBR 8160 (ABNT, 1999). No protótipo alternativo com a utilização do joelho de 90° esperava-se observar fenômenos de sobrepressão na caixa sifonada, porém estes não ocorreram. Notou-se apenas um pequeno borbulhamento, pouco significativo. Contudo, nestes testes realizados com o joelho de 90° a sifonagem induzida notada é mais relevante do que nos testes realizados com a curva de raio longo.

4 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim da realização de testes iniciais, notou-se a necessidade de ampliação das análises, optou-se então pela restrição total de ventilação. Esta deve-se a falta de ocorrência dos resultados esperados com a simples análise dos comprimentos de ventilação, advinda da atualização dos aparelhos sanitários. A adição de novos aspectos de análise possibilitou a percepção do funcionamento real do sistema de modo mais amplo e prático.

Pode-se perceber, pela análise dos resultados obtidos, que a NBR 8160 (ABNT, 1999) apresenta a necessidade de uma atualização das distâncias máximas de ventilação preconizadas. Visto que para as distâncias e vazões empregadas neste trabalho, elas apresentaram-se extremamente conservadoras.

Mesmo não sendo possível a comparação dos resultados com os de outros autores para a mesma tipologia de experimento e análise, os resultados obtidos geraram aprendizados significativos e dados para dar continuação a futuros estudos. Pôde-se observar e

relacionar a ocorrência dos fenômenos e também o funcionamento do sistema de ventilação adotado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário- Projeto e execução. São Paulo, 1999.

FERNANDES, V. M. C. **Formulação das condições limites para utilização de ventilação primária e secundária nos sistemas prediais de esgotos sanitários de edifícios residenciais e de escritórios.** 2002. 562 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Universidade de São Paulo, São Paulo.

FERNANDES, V. M. C.; GONÇALVES, O. M. Análise do uso de válvulas de admissão de ar nos sistemas de esgotos sanitários brasileiro, In: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 4., 2002, Porto Alegre. **Anais Antac 2002**, Porto Alegre: 2002. p. 1926.

FERNANDES, V. M. C.; GONÇALVES, O. M. Condições- limite para utilização do sistema de tubo de queda único nos sistemas prediais de coleta de esgoto sanitário residencial, In: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 6., 2006, Porto Alegre. **Anais Antac 2006**, Porto Alegre: 2006. p. 07-18.

GRAÇA, M. E. A. **Formulação para Avaliação das Condições Determinantes da Necessidade de Ventilação Secundária em Sistemas Prediais de Coleta de Esgotos Sanitários.** 1985. 357p Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

RODRIGUES, R. **Desconectores nas instalações prediais de esgoto: uma avaliação crítica das especificações técnicas.** 2004. 123 p. Tese (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, D. C. **Contribuições para a Estruturação de Modelo Aberto para o Dimensionamento Otimizado dos Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários.** 1998. 290p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.