

REDUÇÃO DOS DIÂMETROS DE RAMAIS NOS SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS¹

BARONI, B. T., Universidade de São Paulo, email: bruno.baroni@usp.br; OLIVEIRA, L. H., Universidade de São Paulo, email: lucia.helena@usp.br; COMAS, F. N., Universidade de São Paulo, email: fernanda.ncomas@gmail.com;

ABSTRACT

Sanitary equipment has been improved to become more efficient due the water availability concerns. One consequence may be the impact on the pipes of building drainage system, while using less water in operation, lead to the formation of smaller waves contributing to a poor self-cleaning of pipes. In this sense, this research investigates, in the laboratory, the flows and depths of the flow in drains of a residential building drainage system, under variation of slope, presence or not of continuous flow and pipe diameters, in order to reduce diameters from 100 mm to 75 mm. It was concluded that the reduction of the diameters of the drains contribute to the increase of the velocity of the wave in this part of the system. It was observed that the slope variation does not influence in general performance of the system and the presence of a permanent flow on drain has a negative impact

Keywords: Building drainage system. Water efficient use. Diameter reduction.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por água potável vem sendo objeto de estudo de diversos pesquisadores que buscam meios de suprir a necessidade desse recurso. Neste contexto, observa-se um incentivo ao desenvolvimento e emprego de aparelhos sanitários que demandam vazões reduzidas dos sistemas prediais de água e, conseqüentemente, retornam vazões reduzidas para os sistemas de esgotos sanitários. Essas vazões, por serem menores, impactam na formação de ondas que contribuem para a autolimpeza destes elementos do sistema predial de esgotos sanitários.

Assim, o objetivo deste artigo é analisar o impacto sobre o desempenho para o requisito limpeza dos ramais do sistema predial de esgoto sanitário nas condições da redução do diâmetro dos ramais de 100 mm para 75 mm com declividades variadas em 0% e 1%, com e sem a presença de vazão em regime permanente, considerando bacias sanitárias com volume de descarga nominal de 6 L em edifícios residenciais.

2 IMPACTO DA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO ESCOAMENTO DE RAMAIS DO SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO

O sistema predial de esgoto sanitário (SPES), opera de maneira colaborativa em função dos equipamentos a ele conectados, ou seja, as vazões de escoamento provenientes dos equipamentos sanitários somam se às demais vazões para permitirem o cumprimento dos requisitos de desempenho no

¹ BARONI, B. T., OLIVEIRA, L. H., COMAS, F. N., Redução dos diâmetros de ramais nos sistemas prediais de esgotos sanitários. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

critério autolimpeza das tubulações do sistema.

2.1 Dimensionamento de ramais

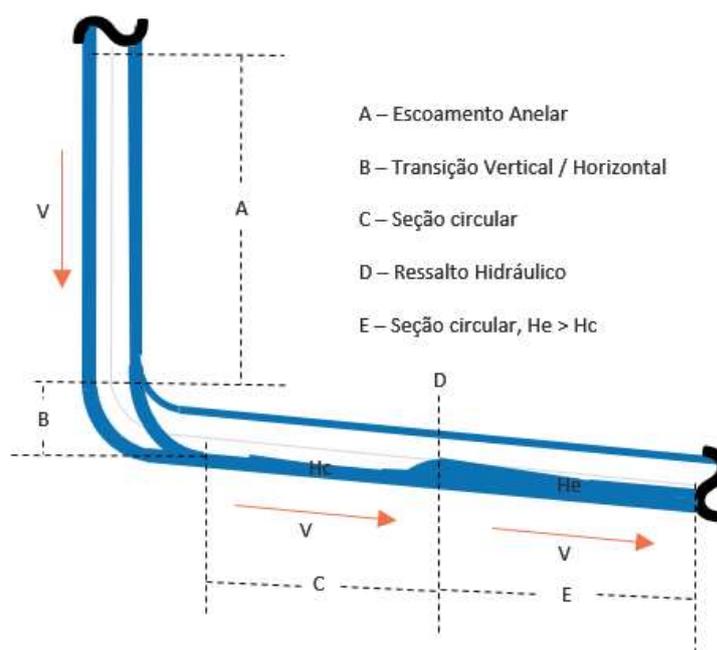
O dimensionamento do SPES é função da simultaneidade de utilização dos aparelhos sanitários, regime de escoamento e ventilação para o controle das pressões pneumáticas no sistema. O pico das vazões de descarga está relacionado principalmente com a simultaneidade de utilização dos aparelhos sanitários.

A questão do emprego de diâmetros inferiores a 100 mm é discutida desde o século XIX, conforme apresentado por Landi (1993). Pode-se afirmar que o pesquisador que mais investigou o escoamento de esgoto sanitário em tubulações horizontais foi o Prof. John Swaffield da Universidade de Herriot-Watt. Dentre as publicações sobre o tema é importante destacar: Swaffield and Gallowin (1985), Swaffield and Gallowin (1989), McDougall and Swaffield (2000 e 2003), Swaffield (2009), dentre outros trabalhos sobre o tema. A pesquisa mais recente foi realizada pela Plumbing Efficiency Research Coalition (PERC, 2012, 2016).

O regime de escoamento nas tubulações horizontais é não permanente, em que a variável tempo depende da aleatoriedade de utilização dos aparelhos sanitários, dos perfis de descarga dos aparelhos sanitários e da atenuação de onda de qualquer descarga ao longo de uma tubulação horizontal (OLIVEIRA, 1991).

Na Figura 1 a seguir, é apresentado o corte longitudinal esquemático de uma configuração de transição entre o escoamento vertical e horizontal.

Figura 1 - Corte longitudinal de uma configuração de transição entre escoamento vertical e horizontal



Fonte: Autores

No tubo de queda, trecho A, o escoamento tem a forma de coroa circular, ao final do trecho vertical ocorre a transição para o escoamento horizontal, seção B. No trecho C, o regime de escoamento se caracteriza pela velocidade da onda menor do que a velocidade média do escoamento, ou seja, a onda propaga-se de montante para jusante sendo o escoamento controlado pelas condições de montante. Na seção D, ocorre um ressalto hidráulico com conseqüente perda e dissipação da energia cinética, em sua maior parte, pelo turbilhonamento da água decorrente das condições de escoamento serem turbulentas (OLIVEIRA, 1991).

Em estudo conduzido por McDougall e Swaffield (2000), os autores, ao utilizarem o método das características para prever a velocidade de escoamento e a profundidade em qualquer trecho do sistema em diferentes instantes, procuraram entre os parâmetros de escoamento o que melhor se correlacionava com a velocidade de transporte de sólidos. Os autores concluíram ser possível correlacionar a velocidade dos sólidos no sistema com a velocidade de escoamento do fluido.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Configuração do modelo

A configuração proposta neste trabalho é um sistema com dois pavimentos, representando um banheiro no pavimento superior e tendo em operação uma bacia sanitária com volume nominal de 6 litros, um chuveiro com vazão constante de 0,20 L/s e um lavatório com vazão constante de 0,15 L/s conforme ilustrado na Figura 2.

O ramal de descarga foi simulado variando-se os diâmetros em 100 mm e 75 mm as declividades em 0%, 1% e a presença ou não de vazão em regime permanente de 0,35 L/s proveniente do lavatório e chuveiro. O diâmetro do ramal de esgoto, à jusante da caixa sifonada até ao ramal de descarga da bacia sanitária, foi simulado com o diâmetro de 50 mm e declividade de 0% em todas as simulações. A seguir é apresentado no Quadro 1 o resumo das configurações ensaiadas.

Quadro 1 – Resumo da variação dos parâmetros nas diferentes configurações ensaiadas

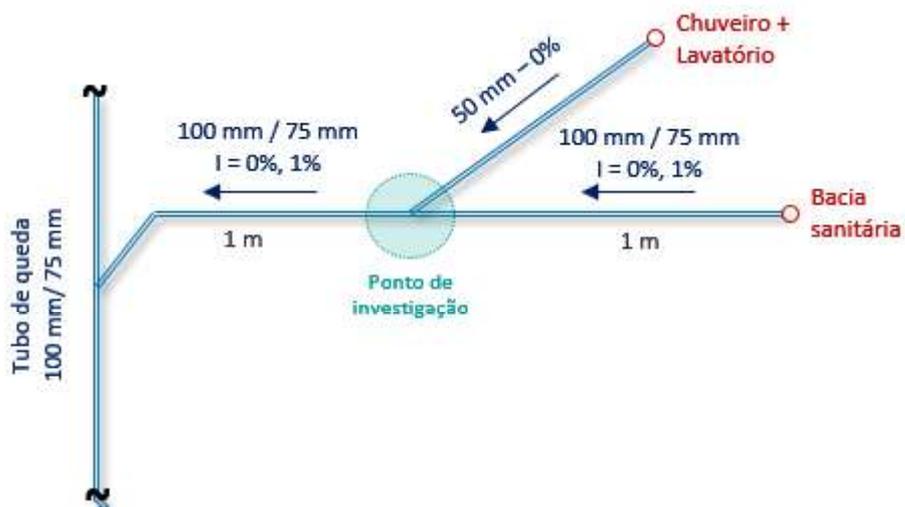
Figura	Diâmetro da tubulação	Volume de descarga da BS	Declividade	Vazão em regime permanente 0,35 L/s
4	100 mm	6 L	0%	Não
5	100 mm	6 L	1%	Não
6	100 mm	6 L	0%	Sim

7	100 mm	6 L	1%	Sim
8	75 mm	6 L	0%	Não
9	75 mm	6 L	1%	Não
10	75 mm	6 L	0%	Sim
11	75 mm	6 L	1%	Sim

Fonte: Os autores

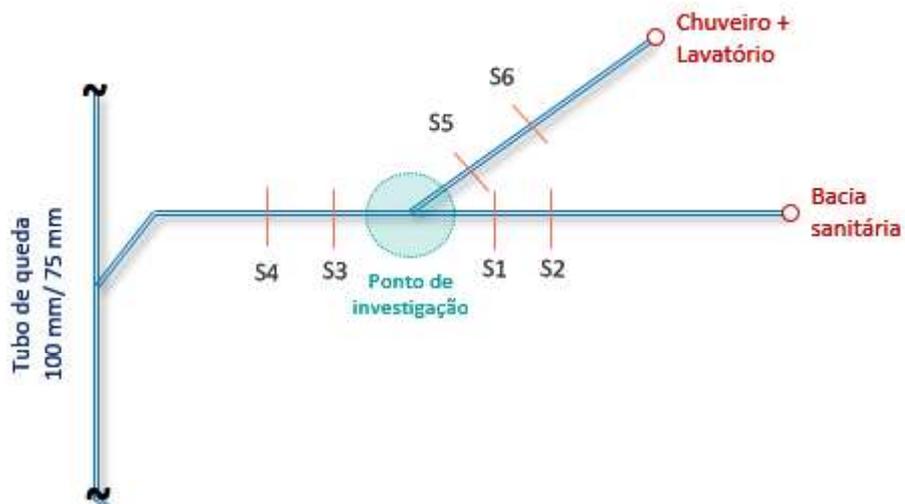
Foram utilizadas em todas as tubulações e conexões, PVC transparente e as profundidades dos escoamentos em diferentes seções medidas por meio de sensores de elevação de líquidos capacitivos. O posicionamento dos sensores é apresentado na Figura 3

Figura 2 Configuração esquemática do modelo



Fonte: Autores

Figura 3 Posicionamento dos sensores

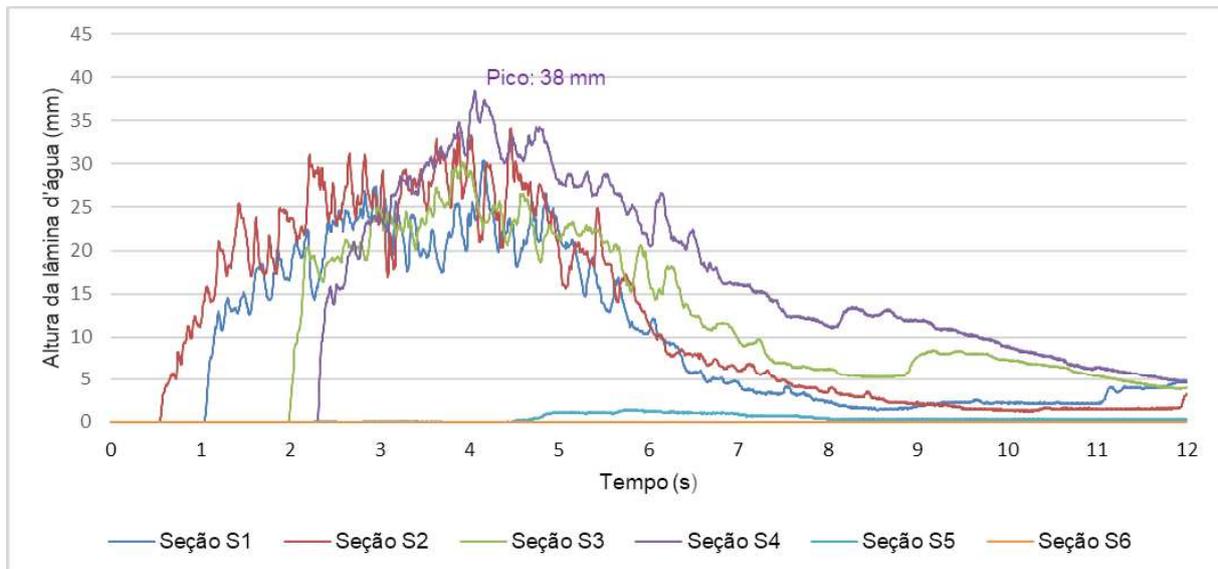


Fonte: Autores

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Figura 4, verificou-se que o sensor S5 acusa uma elevação da altura da lâmina d'água devido ao remanso hidráulico que retorna pelo ramal de esgoto. A altura máxima da lâmina d'água ocorreu no sensor S4 e o fenômeno pode ser explicado porque a energia cinética a montante desta seção é muito maior do que neste ponto, que é o local onde há a maior dissipação acumulada de energia ocorrendo o incremento das ondas a montante.

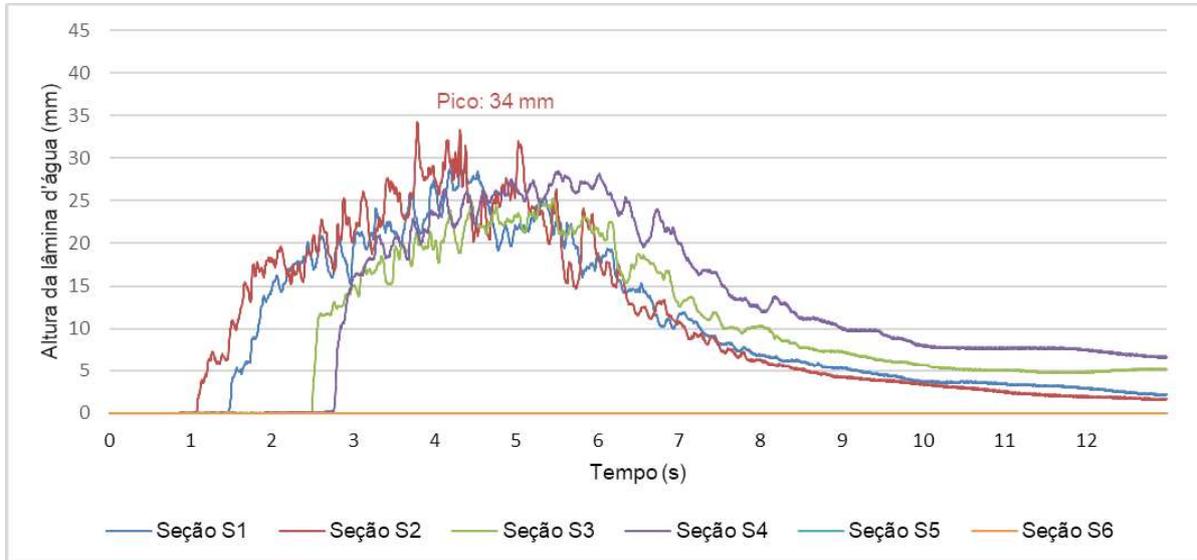
Figura 4 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 0% e acionamento somente da bacia sanitária VDN 6 L – Diâmetro do ramal de descarga de 100 mm



Fonte: Autores

No gráfico da Figura 5 observa-se a diminuição na altura de pico da lâmina d'água e não formação do remanso hidráulico no ramal de esgoto.

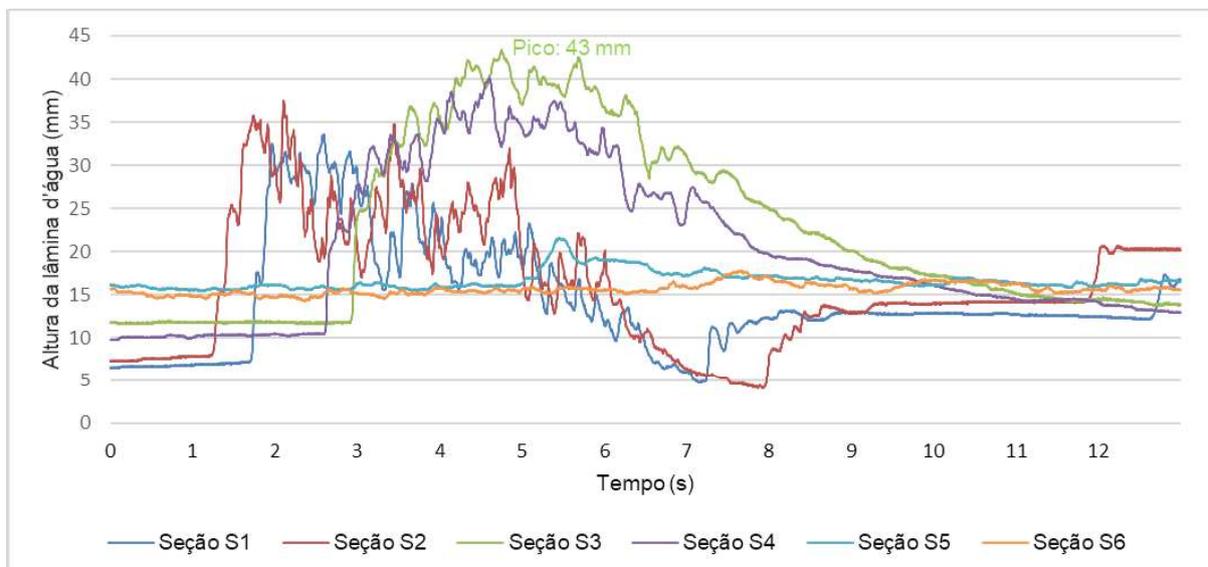
Figura 5 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 1% e acionamento somente da bacia sanitária VDN 6 L – Diâmetro do ramal de descarga de 100 mm



Fonte: Autores

Na Figura 6, observa-se um remanso no ramal de descarga sendo o pico de altura de lâmina d'água de 43 mm em S3. A seção S3 é a primeira seção onde ocorre a sobreposição dos escoamentos do chuveiro, do lavatório e da bacia sanitária.

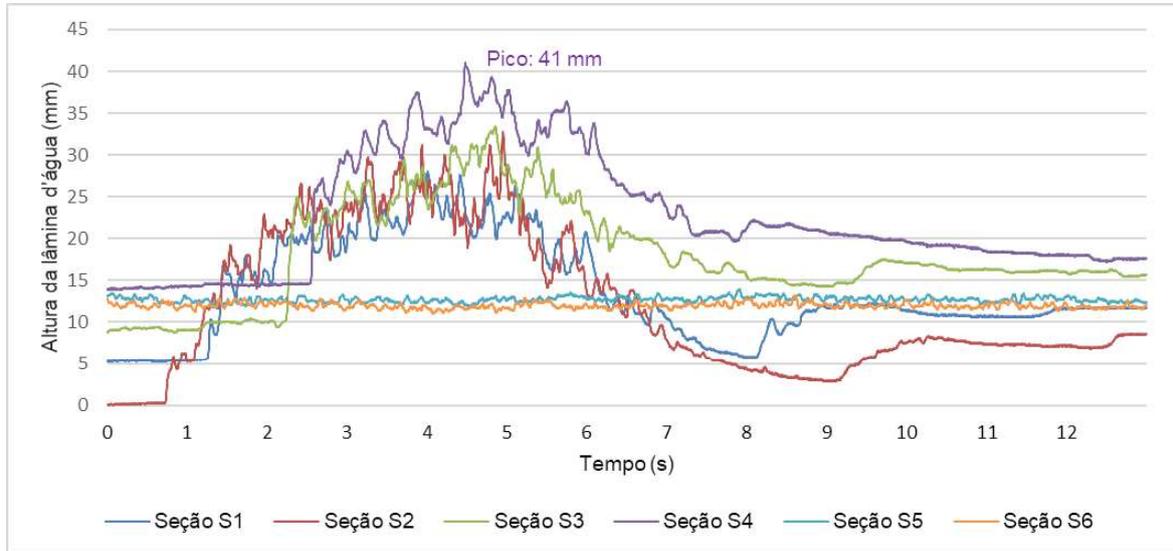
Figura 6 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 0% e acionamento da bacia sanitária VDN 6 L, chuveiro de 0,20 L/s e lavatório 0,15 L/s – Diâmetro do ramal de descarga de 100 mm



Fonte: Autores

Na Figura 7 observa-se que o remanso no sensor da seção S2 não é mais percebido, pois a declividade de 1% imprime velocidade de escoamento por gravidade ao fluido.

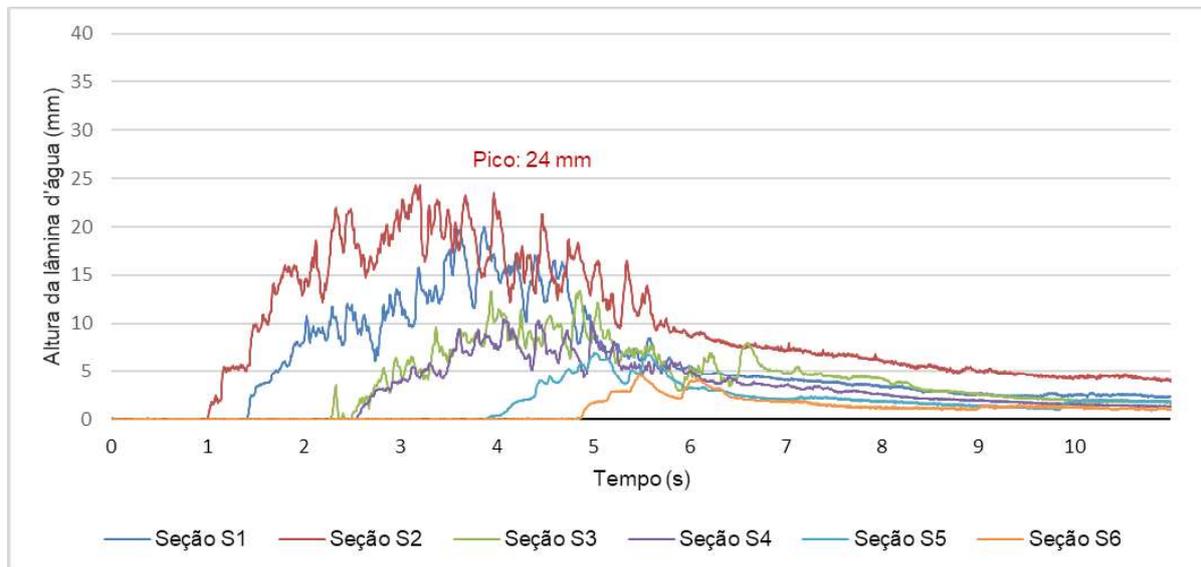
Figura 7 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 1% e acionamento da bacia sanitária VDN 6 L, chuveiro de 0,20 L/s e lavatório 0,15 L/s – Diâmetro do ramal de descarga de 100 mm



Fonte: Autores

No gráfico da Figura 8, percebe-se a formação de remanso hidráulico no ramal de esgoto, evidenciado pela marcação de elevação do fluido em ambos os sensores capacitivos deste trecho, S5 e S6.

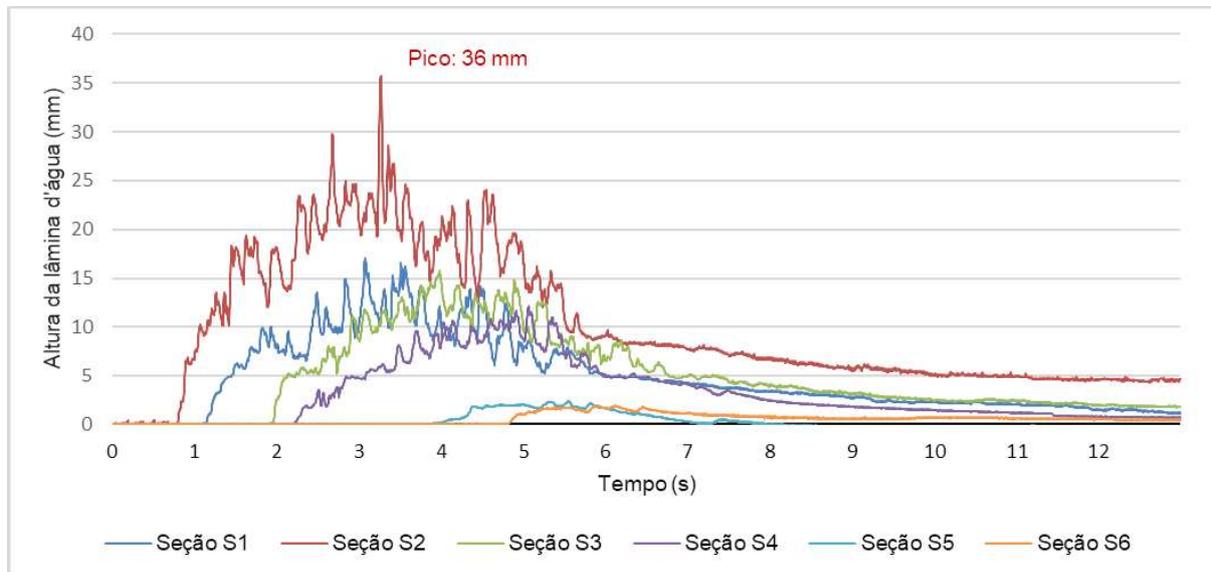
Figura 8 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 0% e acionamento somente da bacia sanitária VDN 6 L - Diâmetro do ramal de descarga de 75 mm



Fonte: Autores

Na Figura 9, percebe-se menor altura de lâmina no ramal de esgoto pelo remanso d'água do que no ensaio anterior.

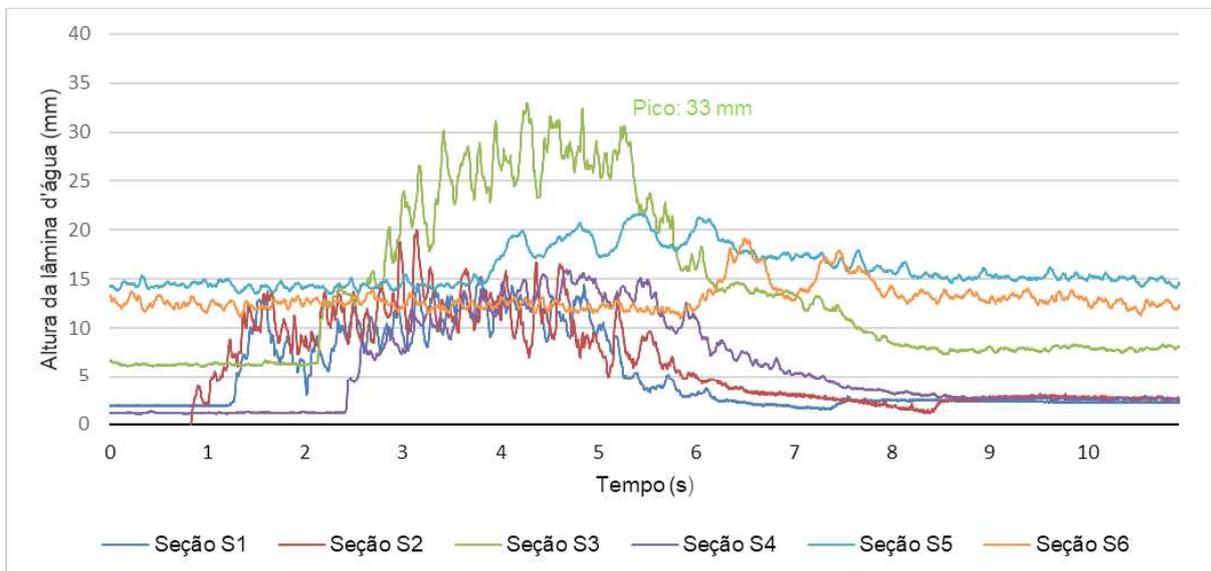
Figura 9 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 1% e acionamento somente da bacia sanitária VDN 6 L Diâmetro do ramal de descarga de 75 mm



Fonte: Autores

No gráfico da Figura 10, percebe-se, devido à baixa declividade, o remanso proveniente do ramal de descarga para o ramal de esgoto.

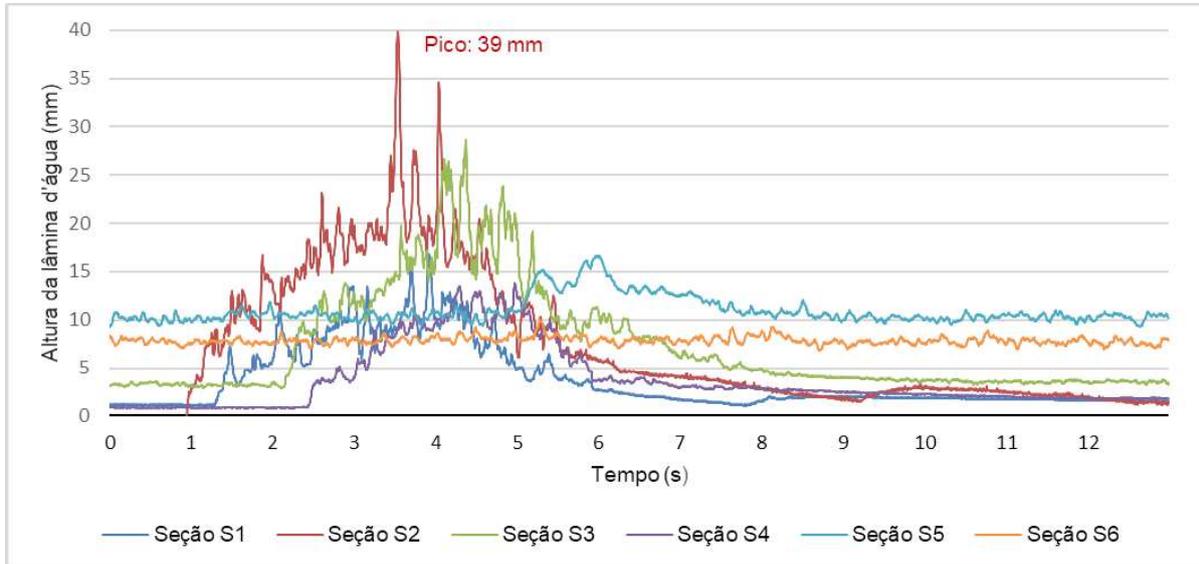
Figura 10 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 0% e acionamento da bacia sanitária VDN 6 L, chuveiro de 0,20 L/s e lavatório 0,15 L/s – Diâmetro do ramal de descarga de 75 mm



Fonte: Autores

Na Figura 11, nota-se a marcação de valores superiores ao pico no ensaio anterior, decorrentes do aumento da velocidade e das características de escoamento turbulento.

Figura 11 – Altura da lâmina d'água em todas as seções da configuração com declividade de 1% e acionamento da bacia sanitária VDN 6 L, chuveiro de 0,20 L/s e lavatório 0,15 L/s – Diâmetro do ramal de descarga de 75 mm



5 CONCLUSÕES

Os ensaios foram comparados em relação à variação da velocidade de onda. Desse modo, verificou-se efeito da variação dos parâmetros: diâmetro da tubulação, presença ou não de vazão em regime permanente e declividade, sobre a velocidade de escoamento.

5.1 Conclusões

Conclui-se que de maneira geral, para esta configuração estudada, a redução dos diâmetros de 100 mm para 75 mm pode ser uma ação benéfica para o aumento da velocidade de escoamento que, por consequência, poderá melhorar o desempenho do escoamento para o requisito de limpeza da tubulação, sobretudo nos trechos iniciais do sistema, escopo deste trabalho, onde há grande energia cinética acumulada nos fluidos.

A declividade, na configuração estudada, não teve influência significativa na velocidade do escoamento nos trechos avaliados. A presença de vazão constante concomitante ao escoamento proveniente da descarga da bacia sanitária reduziu, neste caso, a velocidade de escoamento dos sistemas ensaiados e atuou de maneira prejudicial a energia cinética da onda.

Não foi possível perceber durante os ensaios que a redução do diâmetro de 100 mm para 75 mm poderia ocasionar entupimentos quando da operação do sistema. É importante destacar que as análises feitas valem para as condições de contorno de banheiro residencial ou pequeno edifício onde os ramais de descarga e de esgoto são suficientemente pequenos para o critério

principal de limpeza das tubulações ser função da velocidade de escoamento.

Por fim, pelos resultados produzidos por este trabalho, conclui-se ser possível a redução dos diâmetros de 100 mm para 75 mm para os ramais de descarga e esgoto, no entanto, devem ser realizados ensaios que considerem o transporte de sólidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil (442920 / 2014-8) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (2015 / 22589-1) pelo apoio financeiro no desenvolvimento do impacto da conservação da água no dimensionamento dos sistemas prediais de esgotos sanitários e no CNPq, nas bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15097**: Aparelhos sanitários de material cerâmico – Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2011.

LANDI, F.R. **A evolução histórica das instalações hidráulicas**. BT/PCC/100. São Paulo, 1993.

McDOUGALL, J.A.; SWAFFIELD, J.A. Simulation of building drainage under water conservation. **Building Services Research and Technology**, v. 21, n.1, p. 41-51. 2000.

McDOUGALL, J.A.; SWAFFIELD, J.A. Influence of water conservation on drain sizing for building drainage systems. **Building Services Engineering Research and Technology**, v.24, n.1, p. 229-243. 2003.

OLIVEIRA, L.H. **Estudo do escoamento em condutores horizontais de coleta de esgotos sanitários de edifícios residenciais**. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

PLUMBING EFFICIENCY RESEARCH COALITION - PERC. **Report**: The drainline transport of solid waste in buildings - Phase 1, 2012. Disponível em: <<http://www.plumbingefficiencyresearchcoalition.org/wpcontent/uploads/2012/12/Drainline-Transport-Study-PhaseOne.pdf>> Acesso em: 1 dez 2017.

PLUMBING EFFICIENCY RESEARCH COALITION - PERC. **Report**: The drainline transport of solid waste in buildings - Phase 2.1, 2016. Disponível em: <http://www.plumbingefficiencyresearchcoalition.org/wpcontent/uploads/2016/04/PERC-2-0_2-1-FINAL.pdf> Acesso em: 1 Fev 2017.

SWAFFIELD, J.A. Dry drains: myth, reality or impediment to water conservation. In: WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS CIBW062 SYMPOSIUM, 2009, Germany. **Proceedings...**Dusseldorf, 2009, p. 301-313.

SWAFFIELD, J.A.; GALLOWIN L.S. Hydraulics Horizontal Pitched Drains Based on Vertical Stack to Drain Entry Condition. In: WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS CIBW062 SIMPOSIUM, 1985, Tokyo. **Proceedings...**Tokyo, 1985, 29 p.

SWAFFIELD, J.A.; GALLOWIN L.S. Multistory building drainage network design an application of computer based unsteady partially filled pipe flow analysis. **Building and Environment**, v.24, n.1, p. 99-110. 1989.