

## SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE CAMPINA DO MONTE ALEGRE, SÃO PAULO.

Fernanda Marques dos Santos<sup>1</sup>

Camila Gallassi<sup>2</sup>

Juliana Noronha Primitz<sup>3</sup>

Vinicius Rainer Boniolo<sup>4</sup>

Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho<sup>5</sup>

Recursos Hídricos e Qualidade da água

### Resumo

O Brasil possui indicadores críticos relacionados à cobertura dos sistemas de esgotamento sanitário, o que reflete diretamente na saúde das comunidades. Devido ao crescimento desordenado das cidades é necessário que cada vez mais estudos sobre sistemas de esgotamento sejam realizados, a fim de proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população. Nesse sentido, o dimensionamento da rede coletora deve seguir critérios racionais e otimizados visando à mitigação de impactos econômicos e socioambientais. O presente estudo de caso visa analisar, por meio de simulação computacional, a qualidade e a eficiência do serviço de coleta e afastamento de esgoto prestado pela concessionária de saneamento, em um bairro denominado ‘Núcleo Capaúva’, no município de Campina do Monte Alegre, sudoeste paulista. Para tanto, foi empregado o programa da *Environmental Protection Agency* (EPA), intitulado SWMM – *Storm Water Management Model*, versão 5.00.22, cujo código fonte é aberto, mundialmente utilizado na previsão do funcionamento de sistemas de drenagem urbana, podendo também ser adaptado para simulações de redes de esgotamento sanitário. Dentre os parâmetros preconizados na NBR 9649/86 avaliou-se a velocidade de escoamento e a lâmina d’água nas tubulações, sendo que apenas os limites de velocidade máxima enquadraram-se nos critérios estabelecidos. Sendo assim, os resultados iniciais apontam para a necessidade de adequação da rede coletora de esgoto do bairro do Capaúva. Aconselha-se, portanto, a utilização de ferramentas computacionais de simulação combinadas ao dimensionamento não apenas na previsão do comportamento hidráulico a priori, mas também durante a operação da rede a posteriori.

**Palavras-chave:** Simulação computacional; SWMM; Redes Coletoras de Esgoto.

<sup>1</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [feer.m.santos@gmail.com](mailto:feer.m.santos@gmail.com).

<sup>2</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [camilagallassi@gmail.com](mailto:camilagallassi@gmail.com).

<sup>3</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [julianaprimitz@gmail.com](mailto:julianaprimitz@gmail.com).

<sup>4</sup>Aluno do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [rainer.engambiental@gmail.com](mailto:rainer.engambiental@gmail.com).

<sup>5</sup>Prof. Dr. Jorge L. R. Pantoja Filho, Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [pantojafilho@gmail.com](mailto:pantojafilho@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), 35 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso a água tratada, e quase 100 milhões (48% da população) ainda estão sem coleta de esgoto em suas residências. Na região Sudeste, a mais desenvolvida do país, 79,21% das pessoas possuem acesso a captação de esgoto, e apenas 50,09% deste é tratado (SNIS, 2018). O estado de São Paulo apresenta a maior taxa de coleta e tratamento de esgoto da região, 85% e 62,84%, respectivamente, no entanto, muitas comunidades ainda necessitam ser atendidas satisfatoriamente. O interior do estado e as áreas rurais são as que mais carecem de melhorias no sistema de esgotamento sanitário, como é o caso do Sudoeste Paulista (16ª Região Administrativa do estado de São Paulo), uma das regiões mais carentes de São Paulo.

Nesta região está a cidade de Campina do Monte Alegre, município que possui sistema de esgotamento sanitário gerido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Tal sistema apresenta 89% de coleta e tratamento, 6,5% sem coleta e sem tratamento, e 4,5% de fossas sépticas (ANA, 2015). É de notória importância que o poder público proponha ferramentas de ações para melhorar a gestão do saneamento básico, que seja eficiente e opere dentro dos padrões estabelecidos pela Norma Brasileira 9649:1986, “Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário”, que fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto hidráulico-sanitário de redes coletoras de esgoto sanitário (ABNT, 1986).

No sentido de auxiliar tanto na elaboração de projetos quanto na operação das redes, existem diversos programas computacionais à disposição, dentre eles pode-se citar o *Storm Water Management Model* (SWMM), com o qual é possível simular o comportamento hidráulico de uma rede de esgoto de uma determinada área a partir de informações fornecidas pela empresa encarregada do serviço na região (VINAGRE, *et al* 2018).

Dentro deste contexto, utilizando o *software* SWMM, o presente estudo de caso objetiva analisar, sob o ponto de vista do funcionamento hidráulico, a eficiência do

serviço de coleta de esgoto prestado pela concessionária em um bairro denominado ‘Núcleo Capaúva’, no município de Campina do Monte Alegre.

## METODOLOGIA

A metodologia foi elaborada em cinco etapas, a saber: **1)** revisão da literatura; **2)** análise das condições exigíveis da NBR 9649; **3)** delineamento da rede coletora de esgoto, utilizando como materiais a rede de esgotamento sanitário projetada pela SABESP, disponibilizada em plantas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município, o *software* SWMM 5.00.22 Brasil (Modelo de Gestão de Drenagem Urbana) e o *software* Google Earth Pro 7.3.3.7699 para a geração da imagem de fundo. O resultado da terceira etapa pode ser observado na Figura 1; **4)** validação dos critérios de dimensionamento e simulação no *software*, de acordo com as normas e com a previsão populacional realizada com dados fornecidos pelo departamento de Engenharia da Prefeitura Municipal e pelo Projeto de Loteamento Urbano; **5)** análise dos resultados obtidos.

Foram analisadas duas condições que se relacionam e são exigíveis na elaboração de um projeto hidráulico-sanitário de redes coletoras de esgoto sanitário, velocidade máxima e lâmina líquida. A simulação foi realizada em início e final de plano, tendo 480 e 1600 habitantes respectivamente. Os valores obtidos para os cenários supracitados (início e final de plano) foram comparados com a NBR 9649/86, sendo feita uma análise correlacionando ambas as condições.



Figura 1 – Interface do SWMM com a rede coletora do “Núcleo Capaúva”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Velocidade: é um dos parâmetros mais importantes, e por isso deve ser limitada a valores máximos e mínimos. Na figura 2, a seguir, é possível observar a comparação das velocidades.

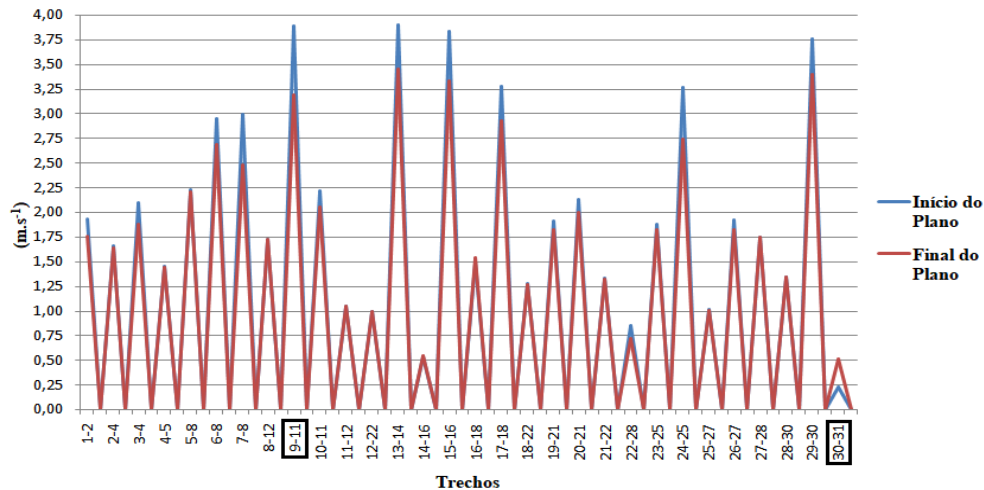


Figura 2 – Comparação das velocidades máximas nos diferentes planos.

Analisando a figura 2, as velocidades dos trechos nos dois cenários estão de acordo com a norma quanto ao seu valor máximo ( $5\text{m.s}^{-1}$ ), evitando, assim, a ocorrência do regime supercrítico ( $\text{Froude} > 1$ ), o qual traz uma série de riscos, pois nesse regime podem ocorrer sobre-elevações e ondas oscilatórias que se propagam ao longo do conduto. Ademais, garantindo a integridade das superfícies internas das canalizações, principalmente pelo efeito do atrito causado pelos sólidos presentes no esgoto. No entanto, em alguns momentos, a mesma atingiu valores extremamente baixos, próximos a zero, assim, não garantindo a prevenção e controle da geração de sulfatos e, provavelmente, não minimizando a deposição de partículas sólidas no interior da canalização. Ressalta-se que a velocidade mínima é definida em função da tensão trativa mínima admissível ( $\sim 1,0\text{ Pa}$ ).

- Lâmina líquida: de acordo com a Norma, os coletores devem ser projetados para operar como condutos livres, no máximo com uma lâmina de água igual a 75% do diâmetro interno, garantindo à parte superior dos condutos ventilação e espaço livre em caso de imprevistos de aumento de nível (ABNT, 1986). Em ambos os casos, os condutos

passaram de operação livre para forçada em determinados momentos, e a maioria dos trechos operou com um valor de lâmina líquida acima do permitido, sendo que apenas sete trechos não ultrapassaram esse valor. Quando comparadas as condições de velocidade máxima e lâmina líquida, nota-se uma relação, pois quando a lâmina de água está abaixo dos 75% do diâmetro, a velocidade aumenta em virtude da diminuição da área molhada, considerando a mesma vazão.

Por exemplo, o trecho 9-11, em cenário inicial, apresentou velocidade máxima mais alta dentre todos os trechos,  $3,89\text{m.s}^{-1}$ , enquanto sua lâmina líquida é a mais baixa, operando com 57% do diâmetro. Por outro lado, quando  $Y/D = 1$ , a velocidade diminuiu consideravelmente, pelo fato de que a área molhada coincidiu com a área da seção transversal do tubo, conforme o último trecho 30-31, o qual apresentou velocidade máxima de  $0,23\text{m.s}^{-1}$ , a mais baixa de todos os trechos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho terá continuidade a partir da análise de todas as outras condições exigíveis pela NBR 9649/86. De qualquer maneira, os resultados iniciais apontam a necessidade de adequação da rede coletora de esgoto do bairro do Capaúva, a fim de que os parâmetros hidráulicos sejam atendidos nos cenários atual e futuro.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados – Campina do Monte Alegre**. 2012. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/campina-do-monte-alegre.html>>. Acesso em: 28 maio 2020.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS. Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. 2015. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>>. Acesso em: 23 de Abril de 2020.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Instituto Trata Brasil. **Esgoto**. 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>. Acesso em: 23 de Abril de 2020.
- VINAGRE, M. V. A, *et al.* **Adaptação do código computacional swmm para simulações de redes de esgotamento sanitário conforme a norma brasileira NBR 964**. 2018. Disponível em: <<http://revistas.unama.br/index.php/coloquio/article/view/1117/pdf>>. Acesso em: 28 maio 2020.