



SIMULAÇÃO DE PERFIS DE CONSUMO UTILIZANDO PYTHON PARA AVALIAÇÃO DA SUBMEDIÇÃO EM HIDRÔMETROS

Rafaela Padilha Gomes⁽¹⁾; Victoria Guermani Orives⁽²⁾; André Luís Sotero Salustiano Martim⁽³⁾; José Gilberto Dalfré Filho⁽⁴⁾; Daniela Bonazzi Sodek⁽⁵⁾; Laura Maria Canno Ferreira Fais⁽⁶⁾

Endereço⁽¹⁾: R. Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária, Campinas - SP, 13083-889 - Brasil - Tel: +55 (11) 96090-9219 - e-mail: rafaelapadilhagomes@gmail.com

1. Introdução e Objetivos

O consumo de água, que aumenta a cada dia, é uma variável importante na avaliação da disponibilidade hídrica e no fechamento do balanço hídrico. Além deste, um outro fator associado de essencial importância é o índice de perdas.

Gularte (2005) avalia que as perdas aparentes tem como fator principal a submedição dos hidrômetros. Charalambous et al. (2007) ressalta que os percentuais de submedição dependem do perfil de consumo, Silva (2008) observa que os maiores valores de submedição ocorrem quando há vazões mais baixas, típicas de perfis residenciais. Além do próprio perfil de consumo, as residências brasileiras utilizam-se de reservatórios, que atenuam ainda mais as vazões.

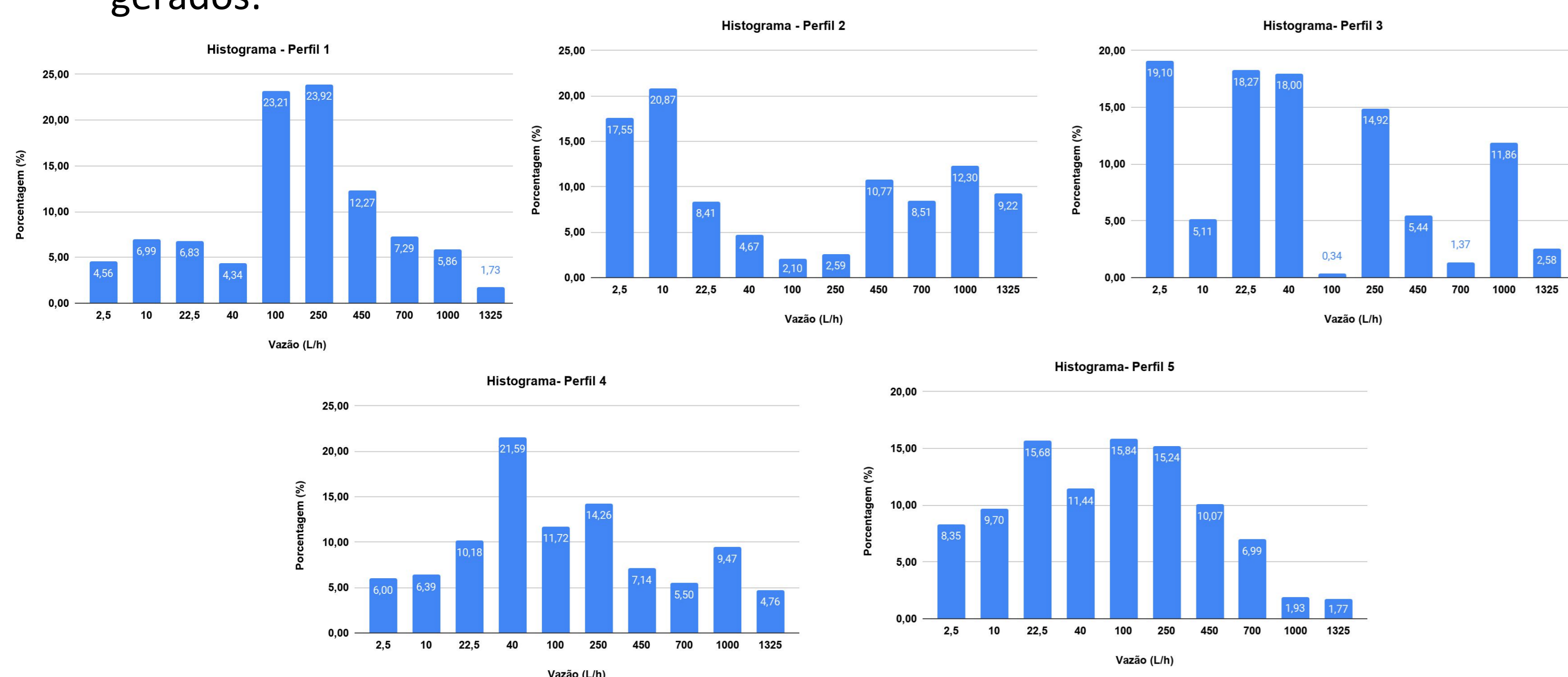
Levando em consideração todos estes fatores, este trabalho visa estudar os impactos da variação de perfis de consumo na medição de água residencial, fixando um valor de 20m³/mês. Foi realizada a simulação de perfis de consumo diferentes dos previstos na norma ABNT NBR 15538:2014, para três tipos de hidrômetros diferentes: Hidrômetro Volumétrico; Hidrômetro Taquimétrico; Hidrômetro Ultrassônico Hydrus.

A partir da variação dos perfis de consumo foram avaliados os índices de submedição para cada um dos medidores, para efeito de comparação da eficiência de cada um deles.

2. Metodologia

Foram gerados através de simulação numérica, através do Python, perfis de consumo para residências, hipoteticamente criados com faixas de consumo variadas padronizadas e, porcentagens de consumo variadas, concentrando as maiores porcentagens de consumo nas faixas de menores vazões.

As **Figuras 1, 2, 3, 4 e 5** apresentam o resultado dos histogramas dos perfis gerados:

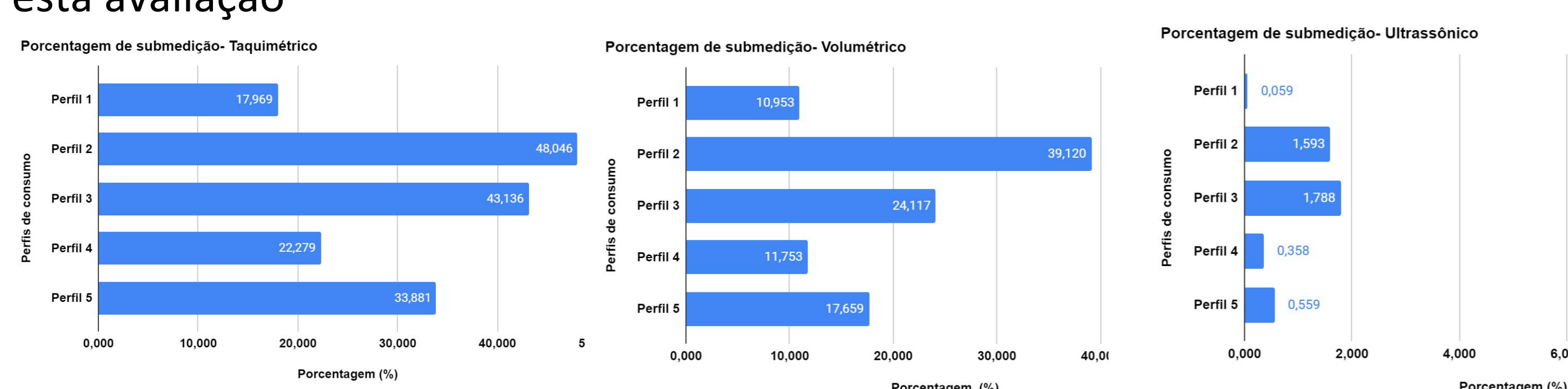


Figuras 1, 2, 3, 4 e 5: Histogramas dos Perfis 1 (ABNT NBR 15538:2014), 2, 3, 4 e 5.

Para avaliação das performances dos três modelos de hidrômetros, considerando um consumo mensal de 20 m³ como volume de referência. Além disso, foram utilizadas as curvas de erro retiradas dos catálogos das respectivas empresas fabricantes (LAO indústria, Itrón e DIEHL Metering).

3. Resultados e Discussão

Foi realizada a análise dos percentuais de submedição para cada tipo de hidrômetro, variando seu perfil de consumo. As **Figuras 6, 7 e 8** apresentam esta avaliação



Figuras 6, 7 e 8: Potencial de submedição (%) por perfil para os hidrômetros Taquimétrico, Volumétrico e Ultrassônico, respectivamente.

Analisando os resultados das simulações dos perfis para o hidrômetro taquimétrico (**Figura 6**), podemos perceber que a maior taxa de submedição ocorreu no Perfil 2, que concentrava as maiores porcentagens na faixa de vazão de 2,5 a 10 L/h, com 48,046 % de perda. Comparando com o perfil de consumo previsto pela norma (ABNT NBR 15538:2014), podemos perceber que houve variações de até 30 % a mais de submedição.

Comparando com os outros medidores de vazão, o hidrômetro taquimétrico foi o que se mostrou mais impreciso, apresentando altos valores de submedição, sendo que este tipo de hidrômetro ainda é comumente empregado para a medição residencial no Brasil.

Analisando a **Figura 7**, resultado das simulações dos perfis para o hidrômetro volumétrico, podemos perceber que o hidrômetro volumétrico apresentou seu melhor desempenho no Perfil 1, com uma submedição de 10,95 %. Seu pior desempenho ocorreu no Perfil 2, assim como o taquimétrico. Podemos perceber que, com relação ao Perfil 3, comparando o desempenho do medidor taquimétrico e volumétrico, o primeiro apresentou um potencial de submedição cerca de 1,8 vezes maior que o segundo.

Observando a **Figura 8**, resultado das simulações dos perfis para o hidrômetro ultrassônico, nota-se que este o medidor de vazão é o mais preciso de todos os analisados, porém, mostrou-se sensível à variação de perfil de consumo. Comparando os perfis de consumo 1 e 3, percebe-se que a porcentagem de submedição do perfil 3 é 30 vezes maior que a em 1.

4. Conclusões

A partir da análise dos resultados é possível perceber como a variação do perfil de consumo pode afetar os potenciais de submedição, em especial os perfis tipicamente residenciais, trazendo prejuízos para as companhias de água.

O estudo a partir dos hidrômetros analisados, com precisão de medição diferentes entre si, que resultaram em curvas de erro variadas, reafirmam que o consumo em *ranges* de vazões mais baixas geram maiores volumes de submedição, com valores significativos em todos os três hidrômetros. Assim, seria relevante para as companhias de água realizar um estudo para relacionar a precisão necessária para cada tipo de perfil de consumo com o custo da implantação do hidrômetro mais indicado.

Além disso, o estudo destes aparelhos hidráulicos de medição e de seu funcionamento, em condições não previstas pelas normas, é de essencial importância para o desenvolvimento de pesquisas que busquem a redução dos índices de perdas, tendo em vista que índices altos de submedição causam altos prejuízos e consumo descontrolado de água. Considerando que os recursos hídricos vêm se tornando cada dia mais escassos, o controle não se trata apenas de uma questão financeira, mas de grande importância ambiental.

5. Referências

- ABNT NBR 15538: Medidores de água potável - ensaios para avaliação de eficiência-2014. https://www.aquatecnologia.com.br/manuais/catalogos/Aquadis_Cyble_pb_PT_LAM_07-13.pdf.
- GULARTE, C. B. Um Estudo sobre a Submedição em Hidrômetros para Aplicação no Controle de Perdas Aparentes no Sistema de Abastecimento de Água de Blumenau- Mestrado-UFSC, 2005. <http://hydrotechne.com.br/imagens/produtos/Hydrus.pdf>. <http://laindustria.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Hidr%C3%B4metro-Unijato-Magn%C3>
- Rizzo A., Cilia J., Quantifying meter under-registration caused by the ball valves of roof tanks (for indirect plumbing systems)-2005
- SILVA, N. R.. Estudo de Metodologias Para Avaliação de Submedição de Hidrômetros Domiciliares Em Sistemas de Água. Mestrado-2008- UNB
- SODEK, D.; FILHO, J. G.; MARTIM, A.L. THE INFLUENCE OF RESIDENTIAL WATER TANKS ON WATER CONSUMPTION: A CASE STUDY FROM PALMAS, TOCANTINS, BRAZIL- 2019