

## I-1396 - ANÁLISE DE PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO ATRAVÉS DO MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO – ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO NO DMC-39 EM RECIFE-PE

### **Gilvandro Barbosa Tito<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Engenheiro da Companhia de Saneamento de Pernambuco (COMPESA). Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGECAM/UFPE).

### **Isabelle Sales Alves de Sousa**

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Bolsista de Iniciação Tecnológica e Industrial A do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIT/CNPq).

### **Rebeca Thays Florencio Teodoro de Siqueira**

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Bolsista de Iniciação Tecnológica e Industrial A do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIT/CNPq).

### **Eduarda Luciana Larissa de Lima**

Engenheira Civil pelo Centro Universitário Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/Wyden). Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGECAM/UFPE).

### **Saulo de Tarso Marque Bezerra**

Engenheiro Civil e Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor Associado da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Bento, 78 - São José - Garanhuns - PE - CEP: 55295-340 - Brasil - Tel: (87) 3764-2319 - e-mail: [gilvandro@compesa.com.br](mailto:gilvandro@compesa.com.br).

## **RESUMO**

As entidades gestoras de saneamento, ultimamente, têm-se preocupado em reduzir as perdas de água, mas sobretudo com o novo marco regulatório do saneamento básico aprovado em dezembro de 2020, estipulando metas para universalizar o sistema de abastecimento de água e a coleta de esgotamento sanitário. Além do mais, a Portaria nº 490/2021 do Ministério do Desenvolvimento, condicionou a exigência de redução de perdas de água na distribuição para a alocação de recursos públicos federais. Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo de perda de água, utilizando o método do Balanço Hídrico, em um distrito de medição e controle (DMC-39) na Região Metropolitana do Recife. Os estudos realizados neste distrito indicaram perdas de água bastante elevadas, muito acima da média nacional do índice de perdas na distribuição, que é de 40,1%. O DMC teve o seu desempenho classificado como “mal gerenciado”. Desta forma, significa que existe um grande potencial para a melhoria no combate às perdas de água no referido distrito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água, Balanço Hídrico, Distrito de Medição e Controle, Perdas de água.

## **INTRODUÇÃO**

No ano de 2020, através da Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que estabeleceu o novo Marco Legal do Saneamento Básico, foram estipuladas novas metas para o abastecimento e saneamento básico no Brasil. Dentre essas, a universalização do acesso à água potável, com 99% da população beneficiada, e 90% contemplada com esgotamento sanitário até 2033. Sendo assim, as prestadoras de serviços sanitários têm a missão de aprimorar as condições estruturais nesse âmbito de forma rápida e eficaz, tendo em vista que 35 milhões de brasileiros não tem abastecimento de água potável através de rede de distribuição e 100 milhões não possuem coleta de esgoto, segundo um estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil.

Com o aumento da população e diminuição dos recursos hídricos do mundo, o setor de abastecimento e saneamento vem buscando métodos de aumentar seu alcance, eliminar o máximo de perdas possíveis e preservar os corpos hídricos. Uma das principais problemáticas enfrentadas pelas prestadoras de serviço são as perdas de água em sistemas de abastecimento, que geram danos ambientais, sociais e econômicos. Essas são influenciadas por diversos fatores infraestruturais e operacionais. Dependendo das características da rede hidráulica e de fatores relacionados às práticas de operação, do nível de tecnologia do sistema e da expertise dos técnicos responsáveis pelo controle dos processos (BEZERRA & CHEUNG, 2013).

Para maior entendimento do assunto, faz-se necessário a análise das perdas e dos consumos. A definição de perdas é dada pela diferença entre o volume fornecido ao sistema e o consumo autorizado. Sendo subdivididas em perdas aparentes e perdas reais. Ligações clandestinas, erros de medição e vazamentos na rede de distribuição, respectivamente. (LAMBERT & HIRNER, 2000; BEZERRA & CHEUNG, 2013; LAMBERT et al., 2014; SERAFEIM et al., 2022).

Embasado nos dados da SNIS (SNIS, 2022), ano de referência 2020, o país perdeu 40,1% da água produzida pelos sistemas de abastecimento. Nos últimos 5 anos houve um crescimento de 1,8%, possivelmente agravado pela Pandemia do Covid-19, melhorando esse cenário, as empresas apressam seu desempenho para bater as metas.

Com os altos índices de perdas, as empresas buscam métodos e ferramentas tecnológicas para otimizar seu funcionamento e economizar recursos. Os três métodos mais comuns para estimativa das perdas de água são: o balanço hídrico (LAMBERT & HIRNER, 2000), a abordagem BABE (*Bursts and Background Estimates*) (LAMBERT, 1994) e a vazão mínima noturna (VMN) (FARLEY & TROW, 2003). O balanço hídrico possibilita elaborar vários diagnósticos dos sistemas de abastecimento de água, podendo contribuir na construção destes, apresentando os resultados do sistema em função das suas variáveis de estado, assim como pressão, vazão e níveis de reservatórios (CARRIJO, 2003). Em 2003, a *American Water Works Association Water Loss Control Committee* (AWWA WLC) publicou o relatório *Applying Worldwide Best Management Practices in Water Loss Control* recomendando a adoção do Balanço Hídrico da IWA e seus indicadores de desempenho. Universalmente, o Balanço Hídrico é conhecido como aplicação Top-Down, por avaliar as perdas de “cima para baixo” por meio do cálculo do balanço hídrico, sendo assim, usa-se o volume de água que chega ao sistema subtraindo o volume de água consumido efetivamente (BEZERRA & CHEUNG, 2013).

Nessa conjuntura, o presente trabalho, desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco, tem o intuito de estimar as perdas reais no mês de maio de 2022, do setor DMC-39 de medição e controle localizado na Região Metropolitana de Recife, por meio do método do balanço hídrico. O desenvolvimento do mesmo contou com o apoio e o fornecimento de dados da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

## OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo estimar as perdas reais, por meio da análise de balanço hídrico, de um distrito de medição e controle (DMC-39) localizado na Região Metropolitana do Recife.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Estudo de caso

O estudo de caso adotado é a rede de distribuição de água DMC-39, situada na zona sul do município de Recife, capital do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Composta, em sua maioria, por uma área residencial. O distrito DMC-39 é alimentado diretamente pelo grande anel (DN 1500 mm) da região metropolitana, e possui um medidor eletromagnético de inserção e uma válvula redutora de pressão na entrada do distrito.

### Balanço Hídrico

De acordo com Bezerra e Cheung (2013), o método do Balanço Hídrico é conhecido mundialmente como *top-down*, devido ao cálculo do BH iniciar pelo volume de água (de cima) que entra, menos o volume consumido (de baixo) pelos clientes, desta forma se determina as perdas aparentes por suposição e logo depois estima-se as perdas reais, pela diferença. Este método é resumido no Quadro 1.

Volume de entrada no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (incluir água exportada)	Água faturada	
			Consumo faturado não medido (estimados)		
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa etc.)		Água não faturada
			Consumo não faturado não medido (combate a incêndios, favelas etc.)		
	Perda de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)		
			Erros de medição (micromedição)		
		Perdas reais	Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição		
			Vazamentos e extravasamentos em reservatórios		
			Vazamentos em ramais prediais (a montante do ponto de medição)		

**Quadro 1: Balanço Hídrico proposto pela IWA/AWWA**

Fonte: Bezerra & Cheung (2013)

Para o cálculo do balanço hídrico, foram angariados dados de pressão e vazão do sistema Vectora da COMPESA, para o período de 01 de abril de 2021 e 01 de abril de 2022, com exceção do mês de dezembro de 2021, onde não havia dados registrados, completando 12 meses de pesquisa. Com o balanço hídrico foram calculados o balanço hídrico, indicadores de performance e gráficos do respectivo setor.

O cálculo do BH se iniciou com preenchimento do *software* W-B Easy Calc (v6.17). Incorporou-se na planilha o nome do setor e o período analisado. Em sequência, foram preenchidas as planilhas “Sys.Ipunt” / Entrada do sistema”, com o volume anual do sistema; “Billed Cons” / consumo faturado, registrando os consumos medidos faturados com hidrômetros; “Unb Cons” / consumo não faturado; “Unauth. Cons” / consumo não autorizado, que corresponde aos volumes fraudados; “Meter erros” / Erros dos medidores; “Network” / Rede, onde foram lançados os dados de extensão de rede e a quantidade de ligações; “Pressure” / Pressão; e “Financial Data” / Dados financeiros, onde foram considerados os dados da tarifa média, assim como também foi considerado o custo do m<sup>3</sup> faturado.

## RESULTADOS PARCIAIS

Após o preenchimento das planilhas do *software* W-B Easy Calc (v6.17), obteve-se o balanço hídrico e todos os seus integrantes. Os resultados são apresentados na Quadro 2. Foi extraído as perdas totais do DMC-39 de 1.450.161 m<sup>3</sup> ao ano, que corresponde a 74,17% do volume disponibilizado. De acordo com a classificação de desempenho do sistema, considera-se mal gerenciado. Ainda sobre as perdas, nota-se que as perdas reais predominam em relação as perdas aparentes, atingindo um percentual de 84,52% das perdas totais.

Com os resultados da planilha do BH foram extraídos os indicadores de performance na planilha “PIs” / Indicadores e performance, evidenciando as perdas reais (Quadro 3), enquadrando na categoria de performance técnica do grupo “D”, significa que existe um grande potencial para melhorias expressivas. Já o indicador de perdas por ligação, este está muito acima do valor determinado pela Portaria nº 490/2021 do MDR. Para a COMPESA, a meta estipulada é 404,37 L/lig./dia para o ano de 2023, mas o valor encontrado foi de 909 L/lig./dia, significa que está 124,79% acima da meta estabelecida pela portaria.

Em relação ao índice de infraestrutura de perdas (IIE), foi encontrado 179, bastante elevado quando comparado a classificação adotada pela IWA, que considera para valores acima 16 um sistema bastante deficitário na sua infraestrutura. De acordo com Tardelli, existem algumas vantagens quando se adota este indicador, entre essas: pressão e operação da rede, variáveis importantes incorporadas ao indicador.

**Quadro 2: Balanço Hídrico do DMC-39 (Recife-PE).**

<b>Volume de Entrada no</b> <b>1.955.076 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 2,0%	<b>Consumo autorizado</b> <b>504.915 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 0,1%	<b>Consumo autorizado faturado</b> <b>494.325 m3/ano</b>	<b>Consumo medido faturado</b> <b>479.205 m3/ano</b>	<b>Água faturada</b> <b>494.325 m3/ano</b>
			<b>Consumo não medido faturado</b> <b>15.120 m3/ano</b>	
	<b>Perdas de água</b> <b>1.450.161 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 2,7%	<b>Consumo autorizado não faturado</b> <b>10.590 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 3,5%	<b>Consumo medido não faturado</b> <b>0 m3/ano</b>	<b>Água não faturada</b> <b>1.460.751 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 2,7%
		<b>Perdas Aparentes</b> <b>224.471 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 3,9%	<b>Consumo não medido não faturado</b> <b>10.590 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 3,5%	
			<b>Consumo não autorizado</b> <b>48.667 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 2,0%	
	<b>Perdas Reais</b> <b>1.225.690 m3/ano</b> Margem de erro [+/-] 3,3%			

**Quadro 3: Principais indicadores de performance do DMC-39.**

Indicadores de Performance de perdas reais	Grupo de performance			
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior
Índice Infra-estrutural de Perdas (IIE)	179	3%	173	185
Litros por ligação por dia (q.s.p.) q.s.p.: quando o sistema está pressurizado - isto significa que o valor já está corrigido no caso de intermitência no abastecimento	909	3%	879	940
Litros por ligação por dia por metro de pressão (q.s.p.)	168	3%	162	174
m3/km rede por hora (q.s.p.)	4,91	3%	4,75	5,07
			País Desenvolvido	País em Desenvolvimento
			<b>D</b>	<b>D</b>
			Explicações	Explicações

## CONCLUSÕES

A estimativa das perdas de água é uma tarefa crucial para as companhias de saneamento, pois o conhecimento das condições dos sistemas é imprescindível para uma gestão eficiente. Um dos métodos de estimativa de perdas reais mais comuns é o método do Balanço Hídrico (abordagem *top-down*).

O distrito avaliado possui um índice de perdas reais bastante alto, o que aponta para a necessidade de intervenções para a melhoria da rede de distribuição de água. As perdas elevadas influenciam diretamente o fornecimento de água à população, além de causar um impacto ambiental maior do que o necessário para o fornecimento da água.

Para pesquisas futuras podem se comparar resultados no levantamento do Balanço Hídrico (abordagem *top-down*) do distrito com o método da Vazão Mínima Noturna, que é um dos métodos de estimativa de perdas reais mais comuns e um modo proficiente para estimar o volume perdido por meio de vazamentos.



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), realizado por meio da concessão de bolsas de iniciação tecnológica e industrial (PIBIT) para Isabelle de Sousa e Rebeca de Siqueira, e da bolsa de produtividade para Saulo Bezerra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEZERRA, S. T. M., & CHEUNG, P. B. (2013). Perdas de água: tecnologias de controle. João Pessoa: Editora da UFPB.
2. FARLEY, M., & TROW, S. (2003). Losses in water distribution networks. IWA publishing.
3. HAMILTON, S., & MCKENZIE, R. (2014). Water management and water loss. IWA Publishing.
4. LAMBERT, A. (1994). Accounting for losses: The bursts and background concept. *Water and Environment Journal*, 8(2), 205-214.
5. LAMBERT, A., & HIRNER, W. (2000). Losses from Water Supply Systems: A standard Terminology and Recommended Performance Measures. IWA.
6. LAMBERT, A., CHARALAMBOUS, B., FANTOZZI, M., KOVAC, J., RIZZO, A., & ST JOHN, S. G. (2014). years' experience of using IWA best practice water balance and water loss performance indicators in Europe. In *Proceedings of IWA Specialized Conference: Water Loss*.
7. MORRISON, J., TOOMS, S., & ROGERS, D. (2007). DMA management guidance notes. IWA Publication, 100.
8. OERTLÉ, E., & KNOBLOCH, A. (2010). Guidelines for water loss reduction. In *Proceedings IWA International Specialised Conference Water Loss* (pp. 1-12).
9. SERAFEIM, A. V., KOKOSALAKIS, G., DEIDDA, R., KARATHANASI, I., & LANGOUSIS, A. (2022). Probabilistic minimum night flow estimation in water distribution networks and comparison with the water balance approach: large-scale application to the City Center of Patras in Western Greece. *Water*, 14(1), 98.
10. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. (2022). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto – ano de referência 2020. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento, Ministério do Desenvolvimento Regional, Brasil.
11. WYATT, A., & ALSHAFFEY, M. (2012). Non-revenue water: financial model for optimal management in developing countries—application in Aqaba, Jordan. *Water Science and Technology: Water Supply*, 12(4), 451-462.