

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO
MBA EM SANEAMENTO AMBIENTAL

Felipe Belvoir Hedjazi Lins

UMA ABORDAGEM SOBRE PONTOS RELEVANTES A CONSIDERAR EM
NORMA DE REFERÊNCIA PARA O SANEAMENTO SOBRE DIRETRIZES PARA
REDUÇÃO PROGRESSIVA E CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA

São Paulo

2021

Felipe Belvoir Hedjazi Lins

**UMA ABORDAGEM SOBRE PONTOS RELEVANTES A CONSIDERAR EM
NORMA DE REFERÊNCIA PARA O SANEAMENTO SOBRE DIRETRIZES PARA
REDUÇÃO PROGRESSIVA E CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA**

Artigo aplicado apresentado ao MBA em Saneamento Ambiental da Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista em Saneamento Ambiental, sob a orientação da professora Mestre Luciana Silveira.

São Paulo

2021

Biblioteca FESPSP - Catalogação-na-Publicação (CIP)

353.93

L759a Lins, Felipe Belvoir Hedjazi.

Uma abordagem sobre pontos relevantes a considerar em norma de referência para o saneamento sobre diretrizes para redução progressiva e controle das perdas de água / Felipe Belvoir Hedjazi Lins. – 2021.

35 p. : il., tab. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Mestra Luciana Silveira.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização: MBA em Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo.

Bibliografia: p. 34-35.

1. Saneamento. 2. Controle de perdas. 3. Metas de perdas. 4. Marco Regulatório. I. Silveira, Luciana. II. Título.

CDD 23.: Saneamento 353.93

Elaborada por Éderson Ferreira Crispim CRB-8/9724

Felipe Belvoir Hedjazi Lins

**UMA ABORDAGEM SOBRE PONTOS RELEVANTES A CONSIDERAR EM
NORMA DE REFERÊNCIA PARA O SANEAMENTO SOBRE DIRETRIZES PARA
REDUÇÃO PROGRESSIVA E CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA**

Artigo aplicado apresentado ao MBA em Saneamento Ambiental da Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista em Saneamento Ambiental, sob a orientação da professora Mestre Luciana Silveira.

Data de aprovação:

_____/_____/_____.

Banca examinadora:

Nome do (a) professor (a), titulação,

Instituição e assinatura.

Nome do (a) professor (a), titulação,

Instituição e assinatura.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À minha família e amigos pelo apoio que sempre deram em toda minha vida.

À Sabesp, ao gerente de departamento operacional da UN Vale do Ribeira, engenheiro Dionísio Santana Pereira e ao superintendente da UN Vale do Ribeira, engenheiro José Francisco Gomes Júnior, pela oportunidade que me deram de participar do MBA Saneamento Ambiental da FESPSP.

Aos professores — grandes mestres — pelas correções, ensinamentos e pela excelência da qualidade de ensino.

RESUMO

Uma vez que a lei do novo marco regulatório do saneamento básico no Brasil, Lei n.º 14.026/20, sancionada em 15 de julho de 2020 incluiu a necessidade de conter expressamente cláusula referente a metas de perdas de água nos contratos de concessão, é ponderoso que uma norma de referência contemple assuntos para reduzir os conflitos que podem ocorrer durante a vigência do contrato de concessão. Neste sentido, e com foco em obter uma eficiência adequada nos sistemas de abastecimento, uma norma de referência sobre controle e redução de perdas deve conter assuntos de terminologia, critério de medição, nível econômico de perdas, auditoria, fiscalização, etc. O objetivo deste artigo é pontuar as necessidades que uma norma de referência sobre controle e redução de perdas deve observar e assim contribuir para a discussão desse tema importante no cenário de saneamento básico no Brasil.

Palavras-chave: Saneamento. Controle de perdas. Metas de perdas. Marco Regulatório.

ABSTRACT

Since the law on the new regulatory framework for sanitation in Brazil, law number 14.026/20, enacted on July 15, 2020, included the need to describe a clause referring to water loss goals in the concession contracts, it is relevant that a reference standard covers subjects to reduce conflicts that may happen during the period of the concession contract. In this sense, and with a focus on obtaining an adequate efficiency in the supply systems, a reference norm on loss control and reduction must contain subjects of terminology, measurement criteria, economic level of losses, audit, inspection, etc. The purpose of this article is to point out the needs that a reference norm on loss control and reduction must note and thus contribute to the discussion of this important topic in the sanitation scenario in Brazil.

Keywords: Sanitation. Loss control. Loss goals. Regulatory Framework.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico de resultado de níveis ótimos de perdas na África.....pág. 30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz do balanço hídrico.....	pág. 20
Quadro 2 – Terminologia do balanço hídrico padrão <i>IWA</i>	pág. 21
Quadro 3 – Indicadores operacionais de perdas de água.....	pág. 25
Quadro 4 – Fórmula IN049.....	pág. 25
Quadro 5 – Fórmula IN051.....	pág. 26
Quadro 6 – Fórmula IN050.....	pág. 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Simulação 1 (dados sem alteração)	pág. 31
Tabela 2 – Simulação 2 (erro de +10% do volume produzido)	pág. 31
Tabela 3 – Simulação 3 (índice de hidrometração de 66,5%).....	pág. 32
Tabela 4 – Resumo das simulações.....	pág. 32

LISTA DE ABREVIATURAS

n.º Número

P. Página

LISTA DE SIGLAS

AESBE	Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CIP	Catálogo-na-publicação
FESPSP	Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo
IWA	<i>International Water Association</i> (Associação Internacional da Água)
Km	Quilômetro
kPa	Quilo Pascal
M	Metro
M3	Metro cúbico
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 CONTEXTUALIZAÇÃO	15
3 TERMINOLOGIA, CONCEITOS E INDICADORES DE PERDAS:	17
4 SIMULAÇÃO	30
5 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida no planeta Terra.

Especialistas estimam em 1 bilhão e 386 milhões de quilômetros cúbicos o volume de água no Planeta, valor que tem permanecido praticamente constante nos últimos 500 milhões de anos (REBOUÇAS, 2002). Desse total, 97,5% estão, sob forma de água salgada, nos mares e oceanos; 68,9% da água doce encontra-se em geleiras e nas calotas polares. (SILVA, 2012, p.1)

O Brasil possui cerca de 12% de todas as reservas de água existentes no planeta, porém, as reservas não são distribuídas de forma homogênea no território brasileiro. Quase 70% da disponibilidade de recursos hídricos está na região Norte, outro fator que transfigura a situação é a densidade demográfica. Observa-se taxas demográficas maiores nas faixas litorâneas e regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Dito isto; há regiões, estados e municípios com faixas que variam a disponibilidade hídrica per capita de menos de 1.500 m³ por habitante por ano (considerado situação crítica) a até disponibilidade hídrica per capita com mais de 20.000 m³ por habitante por ano (considerada situação riquíssima).

Segundo Setti et al. (2001), “[...] os problemas de escassez hídrica no Brasil decorrem, fundamentalmente, da combinação entre o crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas”. Diante deste cenário, existem ainda pessoas que sofrem com a escassez e falta de qualidade da água, outro fator que contribui para isso são problemas socioeconômicos em regiões mais carentes, onde o investimento e infraestrutura ainda não foram aplicados de forma plena. O controle de perdas contribui como ferramenta de gestão de recursos hídricos, gestão operacional e empresarial. Em 2019, o Índice de perdas na distribuição no Brasil foi de 39,2% (SNIS, 2020, p.85). A região Norte possui o maior índice de perdas na distribuição (55,2%), o estado de Amapá teve Índice de perdas na distribuição de 73,6%. Outros estados, como Goiás teve 29,2%, São Paulo teve 34,9%. Dito isto, percebe-se uma assimetria entre os estados.

Conforme a *European Commission* citada por Tardelli (2016, p. 7):

As perdas de água não se apresentam apenas como um problema técnico e econômico, restrito à esfera da ação de uma operadora local ou regional. A questão tem implicações mais amplas, com repercussões significativas nos seguintes aspectos:

- Políticos: envolvem questões relativas às entidades responsáveis pelos serviços, agências de governo, linhas de financiamento para o setor e a mídia;
- Econômicos: envolvem os custos dos volumes perdidos e não faturados, os custos operacionais (energia elétrica, produtos químicos no processo de potabilização da água, etc) e os investimentos para as ações de redução ou manutenção das perdas, importantes para a sustentabilidade das empresas;
- Sociais: envolvem o uso racional da água, o pagamento ou não pelos serviços, as questões de saúde pública e a imagem das operadoras perante a população;
- Tecnológicos: envolvem as interações entre o conhecimento técnico e as tecnologias, ferramentas e metodologias disponíveis para as atividades típicas do combate às perdas (a “arte do possível”);
- Legais: envolvem a legislação para o setor, licenças e a respectiva regulação;
- Ambientais: envolvem a utilização e gestão de recursos hídricos e energéticos e impactos das obras de saneamento.

A lei do novo marco regulatório do saneamento básico no Brasil, Lei n.º 14.026/20, sancionada em 15 de julho de 2020 traz diversas mudanças. As principais mudanças para o setor de água e esgotamento sanitário decorrentes do Novo Marco Regulatório são:

- O responsável pela concessão (prestação indireta) passa a ser definido exclusivamente por licitação;
- A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) deverá instituir normas de referência sobre regulação tarifária, incluem qualidade e eficiência dos serviços, avaliação do cumprimento de metas, redução progressiva e controle das perdas de água, dentre outros;
- Os contratos deverão conter cláusulas essenciais, como metas de expansão dos serviços, de redução de perdas na distribuição de água tratada, de qualidade na prestação dos serviços, dentre outros;
- Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento. Os contratos em vigor que não possuírem as metas, terão até 31 de março de 2022 para viabilizar essa inclusão.

- Segundo a Lei n.º 14.026/20, o cumprimento das metas de universalização e não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento deverá ser verificado anualmente pela agência reguladora, observando-se um intervalo dos últimos 5 anos, nos quais as metas deverão ter sido cumpridas em, pelo menos três, e a primeira fiscalização deverá ser realizada apenas ao término do quinto ano de vigência do contrato. No caso do não atingimento das metas, deverá ser iniciado procedimento administrativo pela agência reguladora com o objetivo de avaliar as ações a serem adotadas, incluídas medidas sancionatórias, com eventual declaração de caducidade da concessão, assegurado o direito à ampla defesa.

Dito isto, observa-se que os contratos de concessão deverão conter cláusulas de metas de redução de perdas na distribuição de água tratada e a ANA é a responsável por editar a norma de referência para todo o território nacional. A norma de referência sobre o tema não foi publicada. Segundo resolução n.º 64/ANA, de 1º de março de 2021, a ANA tem previsão de publicação desta norma de referência no 2º semestre de 2022. O objetivo deste artigo é pontuar as necessidades que uma norma de referência sobre controle e redução de perdas deve observar e assim contribuir para a discussão desse tema importante no cenário de saneamento básico no Brasil.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

O novo marco legal do saneamento:

A Lei n.º 14.026/20 atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à ANA competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

Segundo a Lei n.º 14.026/20:

Art. 4º-A. A ANA instituirá normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico por seus titulares e suas entidades reguladoras e fiscalizadoras, observadas as diretrizes para a função de regulação estabelecidas na Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

§ 3º As normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico deverão:

I - promover a prestação adequada dos serviços, com atendimento pleno aos usuários, observados os princípios da regularidade, da continuidade, da eficiência, da segurança, da atualidade, da generalidade, da cortesia, da modicidade tarifária, da utilização racional dos recursos hídricos e da universalização dos serviços;

II - estimular a livre concorrência, a competitividade, a eficiência e a sustentabilidade econômica na prestação dos serviços;

III - estimular a cooperação entre os entes federativos com vistas à prestação, à contratação e à regulação dos serviços de forma adequada e eficiente, a fim de buscar a universalização dos serviços e a modicidade tarifária;

IV - possibilitar a adoção de métodos, técnicas e processos adequados às peculiaridades locais e regionais;

V - incentivar a regionalização da prestação dos serviços, de modo a contribuir para a viabilidade técnica e econômico-financeira, a criação de ganhos de escala e de eficiência e a universalização dos serviços;

VI - estabelecer parâmetros e periodicidade mínimos para medição do cumprimento das metas de cobertura dos serviços e do atendimento aos indicadores de qualidade e aos padrões de potabilidade, observadas as peculiaridades contratuais e regionais;

“Normas de referência são regras de caráter geral que contêm diretrizes e procedimentos a serem observados pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais no exercício de suas funções regulatórias” (ANA, 2021). Uma norma de referência sobre perdas deve conter terminologia, conceitos e indicadores de perdas em sistema de abastecimento de água para a uniformização e como instrumento de apoio para agências reguladoras, prestadores de serviços, poderes concedentes e demais *stakeholders*.

Para medir algo e ter a viabilidade de comparar é preciso de definição de conceitos, para que o método de medição seja igual e a comparação seja realizada de maneira concordante entre os comparados. “O objetivo das normas de referência é uniformizar e harmonizar as normas existentes e futuras da regulação do setor de saneamento básico em âmbito nacional, o que contribuirá para sua segurança jurídica” (ANA, 2021).

Atualmente há 60 agências reguladoras no Brasil, em diferentes estágios de implantação, sendo a maior parte delas já consolidada. São 25 agências com abrangência estadual, uma distrital, 28 municipais e 6 intermunicipais (atendem um grupo de municípios). [...] Cerca de 65% dos municípios brasileiros já estão vinculados a essas agências reguladoras (ANA, 2021).

“[...] A ANA poderá conferir mais uniformidade para as regras do setor de modo a facilitar a gestão do saneamento como um todo, atraindo mais investimentos para universalização do saneamento no Brasil” (ANA, 2021).

No item 3, foi descrito sugestão de terminologias, conceitos, indicadores de perdas a serem considerados na norma de referência e citado a situação do país (dados do SNIS referente ao ano de 2019).

3 TERMINOLOGIA, CONCEITOS E INDICADORES DE PERDAS:

Perdas, para um sistema de abastecimento de água, correspondem ao resultado da subtração do volume de água fornecido, pelo volume autorizado. A *IWA (International Water Association)*, Associação Internacional da Água, instituiu em 1996 a Força Tarefa de Perdas de Água e entre os anos 2000 e 2001 publicou recomendações de terminologia padrão e indicadores de desempenho em sistemas de abastecimentos de água como forma de encontrar soluções como uniformização de conceitos e indicadores para melhorar a compreensão e possibilitar a comparação entre sistemas de abastecimento de água, municípios, regiões, países etc. O SNIS¹ adotou conceitos relacionados a perdas e indicadores definido pela *IWA*.

Conforme Alegre et al (2005, p.13-18, grifos do autor):

- **Na dimensão econômico-financeira**, as perdas de água correspondem a água que não é faturada nem utilizada para outros usos autorizados, mas que é captada, tratada, transportada em infraestruturas de elevado valor patrimonial e com custos de operação e manutenção significativos. A dimensão econômico-financeira das perdas de água é assim de grande relevância e constitui em geral a principal motivação das entidades gestoras que levam a cabo iniciativas no domínio do controle ativo de perdas;
- **Na dimensão técnica**, não existem, na prática, redes totalmente estanques. É inevitável existirem alguns vazamentos ou extravasamentos. Porém, uma rede bem construída e mantida tem poucas perdas. Volumes de perdas reais elevados, mesmo que o valor econômico da água perdida possa ser insuficiente para justificar intervir, devem merecer das entidades gestoras grande atenção, já que significam que a rede não está em boas condições;
- **Na dimensão ambiental das perdas**, atualmente com grande relevância em regiões onde existe escassez de água com qualidade adequada à produção de água para consumo humano [...] e independentemente das características físicas e topológicas dos sistemas, interessa à entidade gestora ter uma noção clara da parcela de água que entra no sistema que é perdida por vazamentos e extravasamentos.
- **Na dimensão de saúde pública**, as perdas reais devidos aos vazamentos ocorrem por falta de estanqueidade dos sistemas. Assim, os pontos onde existem vazamentos são potenciais fontes de

¹ O SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional, reúne informações sobre saneamento, parte dessas informações são relacionadas a perdas.

contaminação da água fornecida aos consumidores. Se a probabilidade de contaminação é baixa quando todo o sistema está pressurizado, com pressões internas superiores às externas, o mesmo não ocorre quando há necessidade de interromper o fornecimento por qualquer razão. Nestas circunstâncias a pressão interna baixa e a probabilidade de ocorrência de contaminações aumenta substancialmente. Note-se ainda que a pressão interna baixa mais rapidamente nos sistemas menos estanques. Assim, mesmo que o valor econômico da água perdida não compense o investimento necessário para as reduzir, a dimensão de saúde pública não pode deixar de ser considerada. A adição de desinfetante residual minora os riscos, mas como se sabe hoje em dia esta não é uma solução ideal, sendo melhor atuar na prevenção do que na correção pós ocorrência.

- **Na dimensão social**, as perdas de água serão provavelmente os fatores de ineficiência das entidades gestoras para os quais a sociedade é mais sensível e está mais alertada, sobretudo quando ocorrem aumentos nas tarifas.

3.1. Tipos de perdas de água

As perdas em sistema de abastecimento de água são segmentadas em **Perdas Reais**² e **Perdas Aparentes**³.

Segundo Thornton (2008, tradução nossa, p. 5, **tradução** nossa, grifos nosso) perdas de água ocorrem em duas formas fundamentais:

1. Perdas de água do sistema de distribuição através de vazamentos em tubulações, juntas e acessórios; vazamentos dos reservatórios e tanques; extravasamentos de reservatórios; e aberturas inadequadas das descargas do sistema de distribuição. Essas perdas são chamadas **Perdas Reais**.
2. Água que não é fisicamente perdida, mas não gera receita por causa de imprecisões relacionadas aos hidrômetros (submedição de hidrômetros), erros de manipulação dos dados, ou qualquer forma de furto ou uso ilegal é referido como **Perdas Aparentes**.

As **Perdas Reais** são volumes de água que não chegam a serem utilizadas efetivamente, mesmo que seja para utilização operacional ou consumo através dos medidores dos clientes. As **Perdas Aparentes**, são perdas de faturamento, ou seja, são volumes que são utilizados, porém não contabilizados no consumo dos clientes. Observa-se que vazamentos internos, a jusante do medidor do cliente, não é considerado como perdas para o sistema de abastecimento de água.

² Perdas Reais também são conhecidas como Perdas Físicas

³ Perdas Aparentes também são conhecidas como Perdas Não Físicas

3.2. Terminologia e definições referente ao balanço hídrico

“O balanço hídrico de um sistema de abastecimento de água é uma forma estruturada de avaliar os componentes dos fluxos e usos da água no sistema e os seus valores absolutos ou relativos” (FILHO, 2006, p.460). O balanço hídrico é um balanço de massa composto com as variáveis referentes a entradas e saídas de água, com dados de uma mesma base física e temporal (AESBE,2015; FILHO,2016).

“Com o intuito de uniformizar uma estruturação básica a nível mundial para o balanço hídrico a *IWA* propôs uma matriz onde são apresentadas as variáveis mais importantes para a composição dos fluxos e usos da água” (FILHO, 2006, p.461). O balanço hídrico, para definição do que é perdas, apresenta mais detalhes para que se possa fazer um diagnóstico com o objetivo de identificar onde está sendo contabilizada a água no sistema de abastecimento de água. “É uma poderosa ferramenta de gestão, pois daí pode ser gerado diversos indicadores de desempenho para o acompanhamento das ações técnicas, operacionais e empresariais” (FILHO, 2006, p.460-461).

Quadro 01 – Matriz do Balanço hídrico

VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA (System input volume)	ÁGUA EXPORTADA (Water exported)	CONSUMO AUTORIZADO (Authorised consumption)	ÁGUA EXPORTADA (Water exported)	ÁGUA FATURADA EXPORTADA (Billed water exported)	ÁGUA FATURADA (Revenue water)
	ÁGUA FORNECIDA (Water supplied)		OUTROS CONSUMOS AUTORIZADOS FATURADOS (Other billed authorised consumption)	CONSUMO MEDIDO FATURADO (Billed metered consumption)	
				CONSUMO NÃO MEDIDO FATURADO (Billed unmetered consumption)	
			CONSUMOS AUTORIZADOS NÃO FATURADOS (unbilled authorised consumption)	CONSUMO MEDIDO NÃO FATURADO (Unbilled metered consumption)	
				CONSUMO NÃO MEDIDO NÃO FATURADO (Unbilled unmetered consumption)	
	PERDAS DE ÁGUA (Water losses)	PERDAS APARENTES (Apparent losses)		CONSUMO NÃO AUTORIZADO (Unauthorised consumption)	
			IMPRECISÃO DE MEDIÇÃO NOS CLIENTES (Customer metering inaccuracies)		
		PERDAS REAIS (Real losses)	VAZAMENTOS NAS REDES (Leakage on mains)		
VAZAMENTOS E EXTRAVASAMENTOS EM RESERVATÓRIO (Leakage and overflows at storages)					
VAZAMENTOS NOS RAMAIS E CAVALETES (Leakage on service connections up to point of customer metering)	ÁGUA NÃO FATURADA (Non-revenue water)				

Fonte: Adaptado de *IWA Best Practice Water Balance* (2020)

Conforme quadro 1 – a matriz do balanço hídrico – a perda é o resultado da subtração da água fornecida e exportada pelo consumo autorizado. Pode-se ainda decompor as perdas em perdas aparentes (consumo não autorizado e imprecisão de medição nos clientes) e perdas reais (vazamentos nas redes, ramais e cavaletes e vazamentos e extravasamentos em reservatórios).

Quadro 02 - Terminologia do Balanço hídrico padrão IWA

VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA (System input volume)	Volume de água que entrou no sistema de abastecimento de água
ÁGUA EXPORTADA (Water exported)	Volume de água exportado do sistema de abastecimento de água para de outro sistema de abastecimento de água
ÁGUA FORNECIDA	Volume de água que foi fornecido ao sistema de abastecimento de água
CONSUMO AUTORIZADO (Authorised consumption)	Corresponde à soma de água exportada, outros consumos autorizados faturados, consumos autorizados não faturados
PERDAS DE ÁGUA	Corresponde à soma do volume de perdas aparentes e o volume de perdas reais
OUTROS CONSUMOS	Corresponde à soma do consumo medido faturado e consumo não medido faturado.
CONSUMOS AUTORIZADOS NÃO	Corresponde à soma do consumo medido não faturado e consumo não medido não faturado.
PERDAS APARENTES (Apparent losses)	Volume de perdas referente a consumos não autorizados e imprecisões de medidores nas ligações de água
PERDAS REAIS (Real losses)	Volume de perdas referente a vazamentos nas redes, ramais e cavaletes; e vazamentos e extravasamentos em reservatórios.
ÁGUA FATURADA EXPORTADA (Billed water exported)	Volume de água exportado do sistema de abastecimento de água para outro sistema de abastecimento de água e faturado
CONSUMO MEDIDO FATURADO (Billed metered consumption)	Volume de água medido através de medidores instalados nas ligações de água
CONSUMO NÃO MEDIDO FATURADO (Billed unmetered consumption)	Volume de água não medido e faturado
CONSUMO MEDIDO NÃO FATURADO (Unbilled metered consumption)	Volume de água medido e não faturado
CONSUMO NÃO MEDIDO NÃO FATURADO (Unbilled unmetered consumption)	Volume de água não medido e não faturado
CONSUMO NÃO AUTORIZADO (Unauthorised consumption)	Volume de água não autorizado (fraudes)
IMPRECISÃO DE MEDIÇÃO NOS CLIENTES (Customer metering inaccuracies)	Volume de água referente a submedição nos medidores
VAZAMENTOS NAS REDES (Leakage on mains)	Volume de água referente a vazamentos nas redes do sistema de abastecimento de água
VAZAMENTOS E EXTRAVASAMENTOS EM RESERVATÓRIO (Leakage and overflows at storages)	Volume de água referente a extravasamentos em reservatórios
VAZAMENTOS NOS RAMAIS E CAVALETES (Leakage on service connections up to point of customer metering)	Volume de água referente a vazamentos nos ramais e cavaletes do sistema de abastecimento de água
ÁGUA FATURADA (Revenue water)	Corresponde à soma da água faturada exportada, do consumo medido faturado e consumo não medido faturado.
ÁGUA NÃO FATURADA (Non-revenue water)	Corresponde à soma dos consumos autorizados não faturados e perdas de água

Fonte: Adaptado de *IWA Best Practice Water Balance* (2020)

3.3. Sistemas de medição – Macromedição:

“Somente através de medição é possível conhecer, diagnosticar, alterar e avaliar as diversas situações operacionais em um sistema de abastecimento de água” (FILHO, 2006, p. 460-461). No balanço hídrico, os macromedidores são os responsáveis por efetuar a medição de vazão e/ou volume das entradas dos sistemas⁴. “Os sistemas de medição no abastecimento de água se constituem em instrumentos indispensáveis à operação eficaz dos sistemas públicos” (SNIS, 2020, p. 49).

⁴ Os macromedidores também podem ser utilizados para medição de água exportada, água importada e grandes consumidores.

“Macromedição é a referência principal de todo o Balanço Hídrico, realizada na apuração dos volumes produzidos nas ETAs, disponibilizados à distribuição ou mesmo apurados em subsetores ou outras compartimentações operacionais das redes de distribuição de água (FILHO, 2015)”.

Características dos medidores de vazão e/ou volume:

Segundo AESBE (2015, p. 15-16), os tipos de medidores⁵ são:

- Medidores velocimétricos: são equipamentos no qual o elemento primário percebe a vazão em termos de velocidade. O elemento secundário destes medidores é um conjunto de engrenagens no qual a velocidade é convertida de forma a ser expressa em volume. Alternativamente, o medidor velocimétrico pode possuir um elemento secundário que converte a velocidade em pulsos, os quais devidamente contados podem ser convertidos em volume ou vazão quando considerado o tempo. Pertencem a esta família os medidores do tipo Woltmann, turbina, turboélice ou microturbinas;
- Medidores deprimogêneos: são equipamentos no qual o elemento primário percebe a vazão em termos de diferencial de pressão. O diferencial de pressão, por sua vez, é associado com a velocidade do fluido, segundo a equação de Bernoulli. O elemento secundário destes equipamentos deve converter diferencial de pressão em valores de leitura convenientes. Pertencem a esta família os medidores do tipo tubo Pitot, tubo Venturi e placas de orifício;
- Medidores eletrônicos: são equipamentos no qual a vazão é convertida em impulsos elétricos. Pertencem a esta família, dentre outros, os seguintes tipos de medidores eletromagnéticos, ultrassônicos e vórtice;
- Medidores volumétricos: são equipamentos no qual a vazão é determinada pelo número de vezes em que é preenchida uma câmara de volume conhecido. No Brasil, normalmente os medidores volumétricos são utilizados para a medição de consumos, porém em pequena escala;
- Medidores de canal aberto: No Brasil este tipo de medidor geralmente está instalado na entrada das estações de tratamento de água, com a função de medir a água bruta e ao mesmo tempo facilitar a mistura de líquidos coagulantes utilizados na etapa de floculação de água bruta e, eventualmente, correção de pH. Nestes equipamentos a vazão é relacionada à perda de energia (ressalto hidráulico), expressa em altura de coluna de água. Pertencem a esta família, entre outros, os seguintes medidores calha Parshall e vertedores.

No Brasil, o índice de macromedição (IN011) em 2019, com base nos prestadores de serviços que alimentaram o SNIS, foi de 81,8%, ou seja, parte do volume produzido não é macromedido.

Ainda segundo SNIS (2020, p. 50-52):

Na macrorregião Norte, os menores índices de macromedição são entre as companhias de abrangência Microrregional, Regional e Local – Direito Público, de 39,7%, 29,2% e 22,2%, respectivamente. Por outro lado, a mesma macrorregião apresenta um elevado índice na abrangência Local – Empresa Privada, com 100%. No Nordeste esses índices entre as companhias de abrangência Local – Direito Público e Local – Direito Privado são de 22,6% e 54,9%, respectivamente. O maior valor é atingido na abrangência Local – Empresa Privada, com 88,7% de

⁵ As especificações de velocidade/vazão inicial de funcionamento, velocidade/vazão de transição, velocidade/vazão nominal e velocidade/vazão máxima, erro e instalação devem ser verificadas nos catálogos e especificações dos fabricantes dos equipamentos.

macromedição. Por sua vez, na macrorregião Sudeste os índices de macromedição são relativamente altos para todas as abrangências, quase sempre superiores a 85,0%, com exceção da Local – Direito Público, cujo valor é de 73,4%. Na macrorregião Sul os valores também se mantêm acima de 85,0%, com a mesma exceção para Local – Direito Público, com 66,7% de macromedição. Por fim, na macrorregião Centro-Oeste, o menor índice de macromedição é observado entre as companhias de abrangência Local – Direito Público e Microrregional, com 34,2% e 11,6%, respectivamente. Por outro lado, atinge elevados índices na abrangência Regional e Local – Empresa Privada, com 94,4% e 99,0%, respectivamente.

A análise dos resultados, segundo tipo de prestador de serviços, permite observar que em 2019, os prestadores de serviços Locais – Empresas Privadas apresentam, em média, os maiores índices de macromedição, com 96,1%. Esse valor se coloca 14,3 pontos percentuais superior à média nacional. Em 2017 e 2018, os prestadores de serviços Locais – Empresa Privada também haviam apresentado os maiores índices de macromedição. Em contrapartida, os prestadores de serviços locais de direito público e microrregionais, são os únicos que apresentam valor inferior à média nacional, com macromedição de 61,5% e 81,2%, respectivamente.

De acordo com a análise dos resultados segundo macrorregião geográfica em 2019, Sudeste, Centro-Oeste e Sul apresentam índices de macromedição superiores às demais regiões, com 90,6%, 84,9%, e 83,2% respectivamente. Por outro lado, as demais macrorregiões, Norte e Nordeste, apresentam médias inferiores ao valor médio nacional, com destaque negativo para a macrorregião Norte, com apenas 48,2% de macromedição, porém, 3,1 pontos percentuais acima do índice calculado em 2018. Ainda, o indicador de macromedição no Norte em 2018 apresentou aumento de 3,2 pontos percentuais em relação a 2017, o que ao menos mostra uma evolução constante no índice.

3.4. Aferição e calibração de macromedidores:

“Os erros dos macromedidores devem ser periodicamente avaliados, e os resultados devem ser devidamente incorporados à matriz do balanço hídrico [...]” (FILHO, 2006, p.480). Não é suficiente ter o macromedidor instalado.

Segundo Filho (2006, p.480):

“[...] os erros acabam sendo potencializados devido a problemas de toda ordem, tais como:

- Instalação inadequada, não obedecendo aos trechos retos especificados a montante e a jusante;
- Descalibração do medidor;
- Dimensionamento inadequado, operando com velocidades muito baixas;
- Amplitude grande entre as vazões máximas e as mínimas;
- Problemas físicos na instalação do primário, tais como incrustação, danos oriundos de cavitação, tomadas de pressão entupidas;
- Problemas com a instrumentação secundária;
- Problemas de transmissão de dados quando se utiliza a telemetria.

É necessário rotina de calibração para melhorar a qualidade do valor da vazão e do volume macromedido. Segundo AESBE (2015), nenhuma outra técnica de medição

de vazão em campo dá mais segurança do que o ensaio pitométrico em condições de pouca informação sobre as variáveis que intervêm nos cálculos de vazão⁶.

3.5. Sistemas de medição – Micromedição:

No balanço hídrico, a micromedição está contida no volume de consumo medido. A medição do consumo da água, denominado micromedição, mede os consumos através de hidrômetros⁷ e o que registrou no hidrômetro é tratado como volume consumido.

Segundo SNIS (2019):

O índice de hidrometração (IN009), demonstra o percentual de ligações de água micromedidas em relação a quantidade total de ligações de água ativa. A região Norte possui 66,5% de ligações ativas micromedidas, seguidas das regiões Nordeste (88,5%), Sudeste (93,6%), Centro-Oeste (95,9%) e Sul com 99,0%.

Onde não possui hidrômetros, não há incentivo para economia de água pelo cliente, pois não há medição de seu volume e nem alteração na cobrança da fatura. “A presença de medidores de água (hidrômetros) é fundamental para a diminuição do consumo” (TSUTIYA, 2006, p.51). Segundo o SNIS (2019), no Brasil, em 2019, 92,2% das ligações de água ativa possuíam hidrômetros.

3.6. Indicadores de perdas

Os indicadores relativos a perdas tem como objetivo avaliar a qualidade do serviço prestado nos sistemas de abastecimento de água. “As comparações entre indicadores de desempenho calculados com base em dados obtidos em períodos diferentes do ano devem ter em conta que o comportamento de muitas variáveis não é uniforme ao longo do ano” (Alegre et al., 2004, p. 53). Recomenda-se obter os indicadores

⁶ A Sabesp possui procedimento para elaboração de calibração em macromedidores em campo. Ver Norma Técnica da Sabesp, número 280, possui procedimento para calibração em campo de medidores instalados em condutos forçados de água bruta ou tratada com diâmetros acima de 250 mm através de ensaio com tubo de Pitot do tipo Cole, aquisição e processamento de dados em campo através de computador.

⁷ As características dos hidrômetros (medidores) utilizados na micromedição podem ser verificadas no item 3.3 sistemas de medição – macromedição, a solução depende de estudos técnicos e econômicos. No Brasil, os hidrômetros mais comuns são os velocimétricos, porém, há utilização de hidrômetros volumétricos e ultrassônico, em pequena escala.

mensalmente e o cálculo considerar os dados dos últimos 12 meses devido fatores aleatórios e/ou sazonais.

“O controle das perdas de água é uma das principais preocupações da gestão. É muito importante usar indicadores de desempenho adequados para monitorar adequadamente a situação do ponto de vista operacional” (Alegre et al., **tradução** nossa, 2017, p. 52).

Os indicadores operacionais de perdas de água recomendados pela *IWA* são:

Quadro 03 - Indicadores operacionais de perdas de água

Op23	Perdas de água por ramal (m3/ramal/ano)
Op24	Perdas de água por comprimento de rede (m3 /km/dia)
Op25	Perdas aparentes (%)
Op26	Perdas aparentes por volume de água entrada no sistema (%)
Op27	Perdas reais por ramal (l/ramal/dia com sistema em pressão)
Op28	Perdas reais por comprimento de rede (l/km /dia com sistema em pressão)
Op29	Índice infra-estrutural de vazamentos (adimensional)

Fonte: Adaptado de ALEGRE (2017)

O SNIS, através das informações disponibilizadas pelos prestadores de serviços, calcula indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água segundo três unidades diferentes em:

- Percentual: Índice de perdas na distribuição (IN049);

Quadro 04 - Fórmula IN049

IN049 - Índice de perdas na distribuição	
Forma de cálculo	Informações envolvidas
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço

Fonte: Glossário de indicadores Água e Esgoto (2019)

- Litros por ligação ao dia: Índice de perdas por ligação (IN051);

Quadro 05 - Fórmula IN051

IN051 - Índice de perdas por ligação	
Forma de cálculo	Informações envolvidas
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002^*} \times \frac{1.000.000}{365}$	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
Comentários: AG002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.	

Fonte: Glossário de indicadores Água e Esgoto (2019)

- Metros cúbicos por quilômetro de rede ao dia: Índice bruto de perdas lineares (IN050).

Quadro 06- Fórmula IN050

IN050 - Índice bruto de perdas lineares	
Forma de cálculo	Informações envolvidas
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG005^*} \times \frac{1.000}{365}$	AG005: Extensão da rede de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
Comentários: AG005*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.	

Fonte: Glossário de indicadores Água e Esgoto (2019)

Observa-se que dos três principais indicadores de perdas calculados pelo SNIS, não existe segregação das perdas reais e aparentes, não se pode afirmar que os valores divulgados se caracterizam como vazamentos e extravasamentos de água. Ou seja, o volume perdido considera os vazamentos e extravasamentos, fraudes, erros cadastrais e imprecisões de medições de hidrômetros (considera-se como perda tudo que não é contabilizado no consumo autorizado).

“O indicador para as Perdas Reais mais adequado à comparação entre sistemas distintos é o Índice de Vazamentos da Infraestrutura - IVI⁸, adimensional, que relaciona o volume atual de Perdas Reais em um sistema com o volume considerado "inevitável", o qual depende da pressão média do sistema, como visto anteriormente. Desta maneira, este indicador mede o quanto o sistema em questão está distante do valor de volume perdido tecnicamente possível de ser atingido (IVI = 1)” (Filho, 2015, p. 14).

Observa-se que indicadores com segregação das perdas pode contribuir para o melhor diagnóstico e ação por parte dos prestadores de serviços. Para a norma de

⁸ Para o cálculo do IVI considera-se no numerador o índice atual de perdas reais (litros/ramalxdia) e no denominador considera-se o índice de perdas reais inevitáveis.

referência, devido à complexidade em segregação das perdas em perdas reais e perdas aparentes, os indicadores utilizados pelo SNIS são indicadores de desempenho de baixa complexidade para utilização em metas. Em contratos de programas, é possível observar a utilização em larga escala do IN051 como meta.

3.7. Auditoria dos volumes⁹:

Conforme Lei n.º 14.026/20, os contratos de concessão deverão conter cláusulas com metas de redução de perdas na distribuição de água tratada. A auditoria dos volumes possibilita verificar os dados primários e verificar os indicadores. O balanço hídrico definido pela IWA serve de orientador para a contabilização de volume e suas qualificações.

Segundo Alegre (2005, p.54-55):

Num processo de auditoria de perdas quantificam-se os volumes de água entrada no sistema, de consumo autorizado (faturado e não faturado, medido e não medido) e de perdas (aparentes e reais). Deve ser realizado de modo sistemático com uma frequência mínima anual e incluir:

- Uma contabilização rigorosa de todos os volumes de água entradas e saídas no(s) sistema(s) em causa;
- O cálculo do balanço hídrico, com base nos registos de consumos existentes no sistema;
- E a verificação do programa de teste e calibração dos medidores de vazão.

[...] Todos os cálculos de balanço hídrico anual são aproximados, dada a dificuldade em avaliar todas as componentes com a exatidão desejável e sobre a mesma base temporal. [...] As possíveis causas dos erros de medição incluem: escolha errada do tipo de medidor, dimensionamento incorreto, instalação inadequada ou mal executada, incrustação, degradação do medidor com a idade, manutenção ou substituição insuficientes e calibração pouco frequente. A ineficácia do sistema de medição poderá ser devida a erros de leitura, ausência de leituras por falha ou por impossibilidade de acesso ao medidor, frequências de leitura demasiado baixas e incoerência dos ciclos de leitura, entre outras causas. É, assim, importante avaliar, de forma crítica, a exatidão e a confiabilidade de cada componente do balanço hídrico.

⁹ No Brasil, em 2018, surgiu o Projeto ACERTAR, que visa o desenvolvimento de Metodologias de Auditoria e Certificação de informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Visa aperfeiçoar os processos de geração das informações dos prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O projeto, executado no âmbito do Programa de Desenvolvimento do Setor Água – INTERÁGUAS, é resultado da parceria entre o Ministério das Cidades e a Associação Brasileira de Agências de Regulação – ABAR, tendo o propósito de aprimorar os processos de gestão das informações dos prestadores de serviços de saneamento.

3.8. Metas:

Segundo Lei n.º 14.026/20, “os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de redução de perdas”. A definição de metas de perdas é de relevância, uma vez que os contratos de concessão deverão possuir cláusulas com os valores de metas de redução de perdas de água e em caso de não cumprimento, poderá ocorrer a caducidade da concessão. Por se tratar de norma de referência de abrangência geral, a definição da metodologia não deverá ser obrigatória, apenas servirá de apoio para o titular, agência reguladora e prestador de serviço.

Segundo a Lei n.º 14.026/20, as metas deverão ser observadas no âmbito municipal, quando exercida a titularidade de maneira independente, ou no âmbito da prestação regionalizada, quando aplicável.

Segundo Lei n.º 14.026/20 em seu artigo 11-B, § 7º:

No caso do não atingimento das metas, nos termos deste artigo, deverá ser iniciado procedimento administrativo pela agência reguladora com o objetivo de avaliar as ações a serem adotadas, incluídas medidas sancionatórias, com eventual declaração de caducidade da concessão, assegurado o direito à ampla defesa.

Modelos existentes de definição de nível econômico de perdas:

O modelo definido pela Força Tarefa de Perdas de Água da *IWA* nos anos 2000 desenvolveu o nível econômico de vazamentos, que descreve o nível ideal de perdas reais com base em dados empíricos.

Segundo Filho (2015, p.13):

A *IWA* definiu dois limites que devem balizar as definições de metas de longo prazo nas companhias de saneamento:

- Um limite econômico, em que os custos para a execução das ações de combate às perdas se igualam aos custos de exploração e distribuição da água (ou ao custo marginal para a exploração de um novo sistema produtor de água);
- Um limite técnico, a partir do qual não se consegue reduzir mais as perdas, com as metodologias e tecnologias atualmente disponíveis.

A definição do "Nível Econômico de Perdas" depende das características de cada sistema: a disponibilidade hídrica, os seus custos de exploração, os custos de distribuição e os custos das ações operacionais para combater as perdas.

No caso do limite técnico para as Perdas Reais, a *IWA* definiu o conceito de "Perdas Reais Inevitáveis", e propôs uma formulação para se chegar aos valores para cada sistema, função de parâmetros físicos (extensão de redes, número de ramais, dados físicos do ramal) e operacionais (pressão média).

Para perdas reais mínimas, segundo Alegre (2005), a fórmula¹⁰ é:

$$\text{Perdas reais mínimas (litros/ramalxdia)} = \left(18 \times \frac{Lm}{Nc} + 0,8 + 0,025 \times Lp\right) \times P/10$$

Sendo: Lm – comprimento da rede (km), Nc – número de ramais, Lp – comprimento médio dos ramais (m), P – pressão média de operação (kPa).

Segundo Filho (2015, p.13):

Para as Perdas Aparentes, não se criou estritamente um "limite técnico", mas sim um "valor referencial", estipulado como sendo equivalente a 5% do volume micromedido no respectivo sistema. Tal referência diz respeito a sistemas cujos imóveis abastecidos não se utilizam de caixas d'água domiciliares.

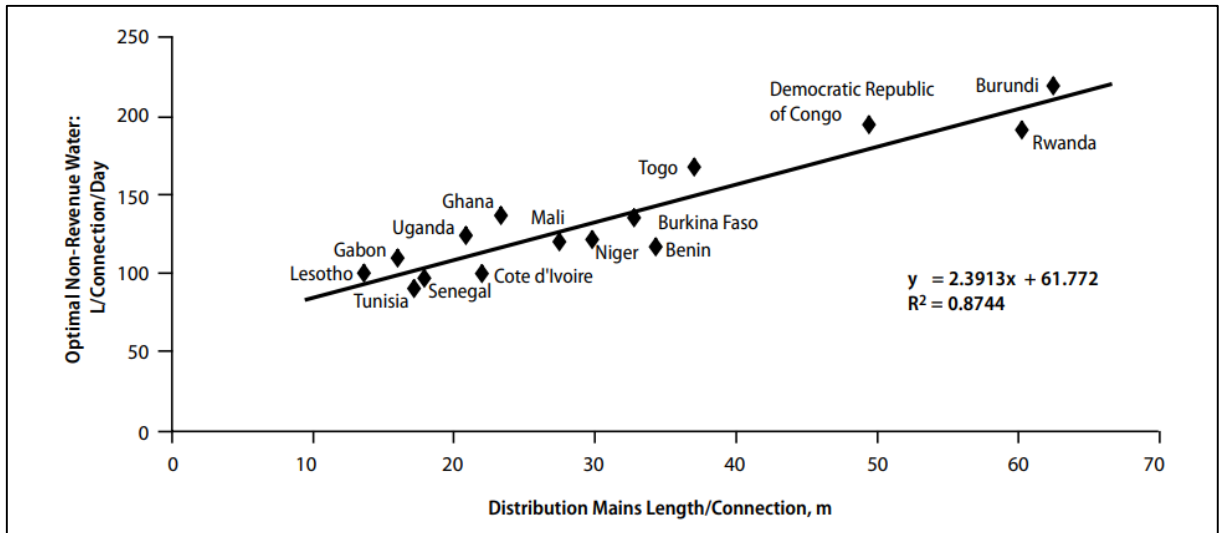
Outro modelo, desenvolvido por Alan Wyatt em 2010, traz a metodologia¹¹ para determinar metas de perdas reais e aparentes através de um modelo financeiro. O modelo considera os custos de produção de água, custo de expansão do sistema, custo do programa de controle de perdas reais e aparentes e define o nível econômico de perdas reais e nível econômico de perdas aparentes por sistema.

Abaixo exemplos de aplicação da metodologia na África, extraídos do modelo desenvolvido por Wyatt. Pode-se observar uma relação de aumento do indicador de nível econômico de perdas de acordo com a diminuição da densidade das conexões (ligações) nas redes.

¹⁰ A fórmula para perdas reais inevitáveis desde seu início vem sofrendo alterações. A fórmula descrita no texto é a 3ª versão e por se tratar de forma empírica, pode sofrer ajustes.

¹¹Texto original do modelo: <https://www.rti.org/rti-press-publication/non-revenue-water-0/fulltext.pdf>

Figura 01 - Gráfico com resultado de níveis ótimos de perdas na África



Fonte: WYATT (2010)

4 SIMULAÇÃO

Com o intuito de observar o que ocorre com os indicadores de perdas, foi realizado simulação de problemas que podem ocorrer no processo e lançamento dos dados para cálculo dos indicadores. Foi elaborado um balanço hídrico anual simplificado para fins didáticos e possibilitar a exposição de forma não taxativa de situações.

A comparação será feita através dos indicadores de perdas IN049¹² e IN051¹³:

- Simulação 1, situação original (dados sem alteração);
- Simulação 2, erro de +10% devido macromedidor estar com desvio de indicação no conversor de sinal de mais 10% (origem do erro ver item 3.4);
- Simulação 3, índice de hidrometração de 66,5%.

¹² Foi escolhido o indicador IN049 devido ser indicador de perdas popular do SNIS e por existir contratos de programas com metas de perdas com esse indicador.

¹³ Foi escolhido o IN051 do SNIS por ser indicador de perdas conhecido pelos diversos *stakeholders*.

Tabela 01 - Simulação 1 (dados sem alteração)

MUNICÍPIO 1

DADOS:

VOLUME PRODUZIDO ANUAL [M3]:	576.660
VOLUME CONSUMIDO MICROMEDIDO ANUAL [M3]:	410.370
VOLUME OPERACIONAL ANUAL [M3]:	0

NÚMERO DE LIGAÇÕES ATIVAS:	3.074
ÍNDICE DE MACROMEDIDAÇÃO:	100%
ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO:	100,0%

VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA

576.660

CONSUMO AUTORIZADO

410.370

PERDAS DE ÁGUA

166.290

IN049 [L/ligação/dia]

148

IN051 [%]

28,8%

MUNICÍPIO 2

DADOS:

VOLUME PRODUZIDO ANUAL [M3]:	151.680
VOLUME CONSUMIDO MICROMEDIDO ANUAL [M3]:	119.860
VOLUME OPERACIONAL ANUAL [M3]:	0

NÚMERO DE LIGAÇÕES ATIVAS:	1.008
ÍNDICE DE MACROMEDIDAÇÃO:	100%
ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO:	100,0%

VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA

151.680

CONSUMO AUTORIZADO

119.860

PERDAS DE ÁGUA

31.820

IN049 [L/ligação/dia]

86

IN051 [%]

21,0%

MUNICÍPIO 3

DADOS:

VOLUME PRODUZIDO ANUAL [M3]:	1.110.390
VOLUME CONSUMIDO MICROMEDIDO ANUAL [M3]:	675.160
VOLUME OPERACIONAL ANUAL [M3]:	280

NÚMERO DE LIGAÇÕES ATIVAS:	4.929
ÍNDICE DE MACROMEDIDAÇÃO:	100%
ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO:	100,0%

VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA

1.110.390

CONSUMO AUTORIZADO

675.440

PERDAS DE ÁGUA

434.950

IN049 [L/ligação/dia]

242

IN051 [%]

39,2%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 02 - Simulação 2 (erro de +10% no volume produzido)

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 03 - Simulação 3 (índice de hidrometração de 66,5%)

MUNICÍPIO 1		MUNICÍPIO 2		MUNICÍPIO 3	
DADOS:		DADOS:		DADOS:	
VOLUME PRODUZIDO ANUAL [M3]:	638.447	VOLUME PRODUZIDO ANUAL [M3]:	171.941	VOLUME PRODUZIDO ANUAL [M3]:	1.209.463
VOLUME CONSUMIDO MICROMEDIDO ANUAL [M3]:	396.471	VOLUME CONSUMIDO MICROMEDIDO ANUAL [M3]:	120.229	VOLUME CONSUMIDO MICROMEDIDO ANUAL [M3]:	647.127
VOLUME OPERACIONAL ANUAL [M3]:	0	VOLUME OPERACIONAL ANUAL [M3]:	0	VOLUME OPERACIONAL ANUAL [M3]:	280
NÚMERO DE LIGAÇÕES ATIVAS:	3.074	NÚMERO DE LIGAÇÕES ATIVAS:	1.008	NÚMERO DE LIGAÇÕES ATIVAS:	4.929
ÍNDICE DE MACROMEDICÇÃO:	100%	ÍNDICE DE MACROMEDICÇÃO:	100%	ÍNDICE DE MACROMEDICÇÃO:	100%
ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO:	66,5%	ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO:	66,5%	ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO:	66,5%
VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA 638.447	CONSUMO AUTORIZADO 396.471 PERDAS DE ÁGUA 241.977	VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA 171.941	CONSUMO AUTORIZADO 120.229 PERDAS DE ÁGUA 51.712	VOLUME DE ENTRADA DO SISTEMA 1.209.463	CONSUMO AUTORIZADO 647.407 PERDAS DE ÁGUA 562.056
IN049 [L/ligação/dia] 216		IN049 [L/ligação/dia] 141		IN049 [L/ligação/dia] 313	
IN051 [%] 37,9%		IN051 [%] 30,1%		IN051 [%] 46,5%	

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 04 - Resumo das simulações

	RESUMO DOS INDICADORES:						VARIAÇÃO EM RELAÇÃO AOS DADOS ORIGINAIS:					
	SIMULAÇÃO 1		SIMULAÇÃO 2		SIMULAÇÃO 3		SIMULAÇÃO 1		SIMULAÇÃO 2		SIMULAÇÃO 3	
	IN049 [L/ligxdia]	IN051 [%]	IN049 [L/ligxdia]	IN051 [%]	IN049 [L/ligxdia]	IN051 [%]	IN049	IN051	IN049	IN051	IN049	IN051
MUNICÍPIO 1	148	28,8	200	35,3	216	37,9	-	-	35%	23%	46%	32%
MUNICÍPIO 2	86	21,0	128	28,2	141	30,1	-	-	49%	34%	64%	43%
MUNICÍPIO 3	242	39,2	304	44,7	313	46,5	-	-	26%	14%	29%	19%

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que na simulação 2, em que o volume produzido apresenta erro de +10%, houve variação no indicador de perdas de até 49% em relação ao dado original. E na simulação 3, em que o índice de hidrometração é de 66,5% o indicador variou em até 64%, partindo de 86 para 141 litros/ramalxdia.

5 CONCLUSÃO

O Brasil é o 5º maior país do mundo em extensão territorial. Possui regiões com diferenças físicas, econômicas, sociais e culturais. A norma de referência sobre perdas deverá ser generalista para considerar as características de cada região. No

campo técnico, não há dúvida de que para efetuar o controle de perdas é preciso medir com qualidade as variáveis (volumes distribuídos, volumes consumidos, volumes operacionais, quantidade de ligações de água ativas etc). Observa-se que em 2019, 81,8% dos volumes distribuídos dos sistemas produtores possuíam medição e 92,2% dos volumes consumidos possuíam hidrômetros. Ou seja, há uma parcela significativa que não se pode controlar, pois não há medição. Para esses casos onde não possui medição, antes de iniciar a contabilização do indicador de perdas e metas, é viável definir no contrato de concessão compromissos como “medir 100% dos volumes produzidos até tal data” ou ainda “medir 100% com hidrômetros nas ligações de água ativa em até tal data”. Outro fator é a qualidade da medição, o medidor existente está calibrado ou adequado para as vazões medidas ao longo do dia? Há modelos de calibração de medidores em campo disseminados em todos os prestadores de serviços de tratamento e distribuição de água? Na dimensão referente a conceitos de perdas, foi demonstrado que através da *IWA* os conceitos de perdas, balanço hídrico, perdas reais e aparentes estão desenvolvidos. Porém é complexo e ainda incipiente no Brasil o cálculo de nível econômico de perdas reais e o cálculo de nível econômico de perdas aparentes. Nas simulações realizadas, foi possível observar o quanto o erro na medição pode influenciar no indicador de perdas (testados com o IN049 e IN051) e determinar o cumprimento ou não da meta do contrato de concessão.

Outro fator é a nomenclatura da norma de referência. Quanto à “redução progressiva de perdas”, observa-se que se não for feito nada, as perdas nos sistemas de abastecimento de água tendem a aumentar, porém, se não existe intermitência no fornecimento de água e nenhum risco à saúde da população quanto à qualidade da água, manter os indicadores de perdas em níveis econômicos é uma situação positiva.

Outro fator é a meta ter a possibilidade de ser em faixas e não em um valor fixo, digo isso pois os medidores de vazão, conforme demonstrado no item 3.3, possuem características e tecnologias diferente, e mesmo calibrado, há uma faixa de erro aceitável (depende de cada tipo de medidor) que pode estar medindo para mais ou para menos. Dito isto, fica notável que o valor final dos indicadores de perdas serão afetados pela variação (aceitável) da leitura dos macromedidores.

REFERÊNCIAS

- ALEGRE, Helena et al. Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água. 1. ed. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, 2004. 276 p.
- ALEGRE, Helena et al. Controle de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição. 1. ed. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, 2005. 301 p.
- ALEGRE, Helena et al. Performance indicators for water supply services. 3. ed. London: IWA Publishing, 2017. 372 p.
- ANA e o saneamento. ANA, 2021. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/saneamento/a-ana-e-o-saneamento>. Acesso em: 23 de maio de 2021.
- BRASIL. 2020. Lei n.º 14.026. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei n.º 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei n.º 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei n.º 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei n.º 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7. Acesso em: 09 de maio de 2021.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il.
- FILHO, Jairo Tardelli et al. Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2015. 108 p.
- FILHO, Jairo Tardelli. Controle e redução de perdas, 457-525. In: TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

Glossário de indicadores de água e esgoto 2018. SNIS, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/glossarios>>. Acesso em: 13 de abril de 2021.

IWA Best Practice Water Balance. The LEAKSSuite Library, c2020. Disponível em: <https://www.leakssuitelibrary.com/iwa-water-balance/>. Acesso em: 08 de abril de 2021.

Série Balanço Hídrico – Guia prático. Associação Brasileira das Empresas Estaduais do Saneamento, 2015. Disponível em: https://aesbe.org.br/guias_praticos/. Acesso em: 21 de abril de 2021.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 225 p.

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil. Boletim do Legislativo número 23, 2012. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/242667>. Acesso em: 09 de maio de 2021.

THORNTON, J. et al. Water Loss Control. McGraw-Hill Education, 2nd edition, 2008. 632 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

WYATT, Alan S. Non-Revenue Water: Financial Model for Optimal Management in Developing Countries. Research Triangle Park, Nc: Rti International, 2010. Disponível em: <https://www.rti.org/rti-press-publication/non-revenue-water-0/fulltext.pdf>. Acesso em: 08 de maio de 2021.