

XI-045 - NORMATIZAÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: A EXPERIÊNCIA DAS AGÊNCIAS REGULADORAS NO BRASIL

Edumar Ramos Cabral Coelho⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professora-associada do Departamento de Engenharia Ambiental da UFES atuando na área de Saneamentos Básico e Ambiental – Vitória (ES), Brasil.

Saulo Biasutti⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Cândido Mendes (FACAM). Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável pela UFES. Doutorando em Recursos Hídricos/Engenharia Ambiental na UFES.

Endereço⁽¹⁾: Rua Alvim Borges da Silva, 168 - Jardim Comhuri - Vitória - ES - CEP: 29090-300 - Brasil - Tel: +55 (27) 3335-2678 - e-mail: edumarcoelho@yahoo.com.br

RESUMO

As entidades reguladoras de serviços de abastecimento de água têm como grande desafio o desenvolvimento e a implementação de um conjunto de indicadores que permita avaliar de modo eficaz as perdas de água. É possível encontrar na literatura indicadores de perda em diferentes formatos, o que dificulta avaliar o desempenho no combate a perda entre diferentes prestadores de serviços de abastecimento de água. Neste contexto, esse artigo tem como objetivo investigar e descrever documentos que estabelecem as bases normativas dos indicadores de perda para a regulação dos serviços de abastecimento de água. Foi encaminhado um questionário a 44 agências reguladoras (27 estaduais, 2 intermunicipais e 15 municipais) solicitando informações a respeito das normas internas para indicadores de perdas de água. Posteriormente, o conjunto de indicadores identificados foram comparados com os indicadores de perdas adotados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), observando as variações na terminologia, unidade e fórmula dos indicadores. Os resultados demonstraram que ainda hoje não existe um conjunto consolidado de indicadores de perdas padronizados no Brasil. A principal divergência entre os indicadores é na delimitação do volume de controle, que nem sempre considera o volume de água importado, exportado ou de serviço. Ademais, poucas agências reguladoras de saneamento possuem normas internas para a padronização dos indicadores de perda, por isso a Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) ainda está em desenvolvimento de um conjunto de indicadores de desempenho que possam ser empregados na regulação dos serviços públicos de abastecimento de água de forma padronizada.

PALAVRAS-CHAVE: Perda de água, Indicadores de Desempenho, Abastecimento.

INTRODUÇÃO

O novo sistema regulatório brasileiro, criado a partir do surgimento das agências reguladoras durante a reforma regulatória da década de 1990, ainda está em fase de consolidação (RAMALHO *et al.*, 2009). Em especial, as entidades reguladoras de serviços de abastecimento de água ainda tem como um grande desafio o desenvolvimento e a implementação de um conjunto de indicadores que permita avaliar de modo eficaz a qualidade dos serviços prestados (ABAR, 2006).

Do ponto de vista operacional, as perdas de água são importantes indicadores na avaliação da eficiência operacional das companhias de saneamento (ABES, 2013), pois um sistema com um elevado índice de perda, pode exigir frequentes interrupções no abastecimento, comprometendo a qualidade dos serviços (ALMANDOZ *et al.*, 2005).

É possível encontrar na literatura diversos indicadores de perda, em diferentes formatos (MIRANDA, 2002). Em virtude disso, a Associação Internacional de Água (IWA), no final da década de 90, lançou as bases normativas dos indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água. O padrão de indicadores

da IWA foi bem sucedido, sendo adotado por diversos países (KANAKOUDIS *et al.*, 2011). Contudo, no Brasil ainda não existe padrão nacional consolidado dos indicadores de perdas e, por conseguinte, uma grande quantidade de indicadores é utilizada pelas entidades gestoras do setor de abastecimento de água, o que dificulta avaliar comparativamente o desempenho no combate a perda entre diferentes prestadores (MIRANDA, 2002).

Existem iniciativas de algumas agências de regulação em saneamento em normatizar indicadores de desempenho relativos à qualidade dos serviços de abastecimento de água. Em 2006, a Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR), que atualmente agrega 52 agências associadas, realizou por meio de sua Câmara Técnica de Saneamento Básico uma oficina internacional de indicadores para regulação dos serviços públicos de água e esgoto. Como resultado foi proposto um conjunto de indicadores a ser utilizado por todas as agências reguladoras.

Neste contexto, esse artigo tem como objetivo investigar e descrever documentos que estabelecem as bases normativas dos indicadores de perda para a regulação dos serviços de abastecimento de água e avaliar comparativamente a metodologia proposta para o cálculo dos indicadores, observando as variações na terminologia, unidade e fórmula.

CONCEITO DE PERDAS DE ÁGUA

Segundo a Associação Internacional de Águas (IWA), perdas de água correspondem à diferença dada entre o volume de água entregue ao sistema de abastecimento e o volume de água do consumo autorizado (ALEGRE *et al.*, 2006). O conceito de perdas, todavia vai mais adiante.

No âmbito ambiental, perdas de água representam um desperdício dos recursos hídricos. No contexto de corpos de água severamente estressados em face da crescente demanda com os atuais padrões de consumo, as perdas são um enorme risco ao equilíbrio dos ecossistemas locais (KANAKOUDIS *et al.*, 2011).

No aspecto econômico, considerando que o custo da água tratada é efetivamente composto de vários itens, como os gastos com produtos químicos e energia para tratamento da água, as perdas de água representam enormes custos operacionais (GIUSTOLISI *et al.*, 2013). Assim, o elevado índice de perdas de água representa uma redução do faturamento das companhias de saneamento e, conseqüentemente, diminuição de sua capacidade de investir em melhorias dos serviços prestados e de ampliação dos sistemas de produção de água existentes (ABES, 2013).

Devido a esse fato, em muitos casos a necessidade de aumento de preços da tarifa de água, o que fará crescer a dimensão social das perdas de água, quando se reflete sobre o direito fundamental de acesso à água potável. Além disso, altos índices de perdas de água podem representar indiretamente riscos à saúde pública, visto que uma rede com falhas físicas, sob baixa pressão ou fornecimento intermitente, pode ser exposta às intrusões de patógenos e contaminantes químicos que afetam a qualidade da água (ALMANDOZ *et al.*, 2005).

TIPOS DE PERDAS DE ÁGUA

As perdas de água são divididas em dois tipos: perdas aparente e perdas reais. As perdas reais são as perdas físicas de água do sistema de abastecimento, que incluem os vazamentos na rede de distribuição (tanto nas tubulações do sistema, como nas válvulas e bombas de recalque) e os extravasamentos nos reservatórios (TABESH *et al.*, 2009). Já as perdas aparentes contabilizam as variações no volume de água devido às imprecisões nas medições ou estimativas do volume de água produzida e consumida, ao consumo não autorizado, aos erros na manipulação de dados de vazão e volume de água e às falhas no cadastro comercial (ALEGRE *et al.*, 2006). Em resumo, perdas aparentes (perdas comerciais) são produzidas por erros humanos, de medição e de gestão (TABESH *et al.*, 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa consistiu em pesquisar junto as agências de regulação dos serviços de abastecimento de água documentos que desenvolvem metodologias e procedimentos para a construção de indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água no Brasil.

Encaminhou-se por e-mail a 44 agências reguladoras (27 estaduais, 2 intermunicipais e 15 municipais) questionário solicitando informações a respeito das normas internas para indicadores de perdas de água, no caso de existirem. Após a identificação e seleção das fontes de informações, procedeu o recolhimento e registro, dos dados da pesquisa. Foram coletadas informações sobre os tipos de indicadores de perdas, as unidades e terminologias utilizadas e os métodos empregados.

Vale ressaltar que existe certa confusão sobre o significado de índice e indicador, no qual muitas vezes são erroneamente utilizados como sinônimos. Indicadores advêm de uma síntese de dados primários e índices de uma agregação de indicadores (BRASIL, 2011). Neste artigo, optou-se por utilizar o termo original da referência até mesmo para preservar a nomenclatura que é adotada, para posterior comparação com outras referências.

Na segunda etapa, procedeu-se a comparação do conjunto de indicadores de perdas coletados com o grupo de indicadores de perda adotados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) que atualmente é a maior base de dados do setor de saneamento brasileiro. A Tabela 1 apresenta os indicadores de perda do SNIS.

Tabela 1: Indicadores de perda do SNIS.

Código	Indicador	Equação	Unid.
IN013	Índice de Perda Faturamento	$IN013 = \left(\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG011}{AG006 + AG018 - AG024} \right) \times 100$	%
IN049	Índice de Perdas na Distribuição	$IN049 = \left(\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG006 + AG018 - AG024} \right) \times 100$	%
IN050	Índice Bruto de Perdas Lineares	$IN050 = \left(\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG005} \right) \times \frac{10^3}{365}$	m ³ /Km/dia
IN051	Índice de Perdas por Ligação	$IN051 = \left(\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG002} \right) \times \frac{10^6}{365}$	L/Lig./dia
Parâmetros:			
AG002 - Número de Ligações Ativas (Lig.) ^a		AG011 - Volume Faturado (10 ³ m ³ /ano)	
AG005 - Extensão da Rede de Água (Km) ^a		AG018 - Volume Tratado Importado (10 ³ m ³ /ano)	
AG006 - Volume Produzido (10 ³ m ³ /ano)		AG024 - Volume de Água de Serviço (10 ³ m ³ /ano) ^c	
AG010 - Volume Consumido (10 ³ m ³ /ano) ^b			
Observações:			
^a Média do parâmetro, considerando o valor no ano de referência e o valor no ano anterior.			
^b Volume de água consumido, compreendendo o volume micromedido (AG008), o consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro, acrescido do volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços.			
^c Volume de água de serviços inclui o volume de água para atividades operacionais, o volume de água recuperado em decorrência da detecção de ligações clandestinas e fraudes e o volume de água para atividades especiais, que enquadra os consumos pelo próprio do operador, pelos caminhões-pipa, pelo corpo de bombeiros, entre outros.			

Fonte: Brasil, 2016.

Conforme Tabela 1, observa-se que existem dois tipos de indicadores de perda adotados atualmente nos SNIS: Índice de perdas de faturamento (IN013) corresponde à comparação entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume faturado e Índice de perdas na distribuição (IN049, IN050, IN051) que faz a comparação entre o volume distribuído e o volume consumido. Para o segundo tipo, índice de perdas na distribuição, o SNIS calcula o indicador segundo três escalas diferentes: em percentual (IN049), em litros por ligação ao dia (IN051) e em litros por quilômetro de rede ao dia (IN050).

Vale ressaltar que o volume faturado diferencia do volume consumido, visto que os prestadores de serviços de abastecimento de água adotam parâmetros de consumo mínimo ou médio, que podem ser superiores aos volumes efetivamente consumidos. Geralmente, o valor do volume faturado é maior ou igual ao volume consumido (BRASIL, 2016).

RESULTADOS E ANÁLISE

Dentre as 44 agências pesquisadas, apenas 13 responderam ao questionário. Destas 13 agências, somente 6 possuem resoluções que estabelecem procedimentos para avaliação das perdas dos serviços públicos de abastecimento de água. A relação das agências reguladoras de saneamento e suas respectivas normas de indicadores de perdas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Agências reguladoras e suas resoluções com indicadores de perdas de água.

Estado	Agência	Resolução	Estado	Agência	Resolução
RS	AGERGS	051 / 2014	CE	ARCE	167 / 2013
ES	ARSI	034 / 2014	AL	ARSAL	137 / 2014
BA	AGERSA	001 / 2012	SC	AGR	007 / 2013

As agências reguladoras de serviços públicos dos estados de Maranhão (ARSEMA); de Minas Gerais (ARSAE); de São Paulo (ARSESP); de Santa Catarina (ARESC); de Mato Grosso do Sul (AGEPAN); do Distrito Federal (ADASA) e a agência municipal de Porto Ferreira (ARPF) em São Paulo responderam o questionário afirmando não possuir atualmente normas que estabelecem indicadores de perda de água. Essas agências utilizam como referência para regulação dos serviços de abastecimento de água os contratos de concessão com os prestadores de serviços, previstos no Art. 10 da Lei 11445/2007.

A agência estadual de regulação do Espírito Santo (ARSI) adota os próprios indicadores do SNIS (IN013; IN049 e IN051) para a avaliação das perdas de água, excluindo apenas o Índice Bruto de Perdas Lineares (IN050).

A agência de Alagoas (ARSAL) estabelece indicadores (IA09 e IA10) que fazem referência aos indicadores do SNIS (IN013 e IN051, respectivamente), embora se diferenciem no cálculo dos indicadores. Na Tabela 3 são apresentados os indicadores de perda da agência ARSAL.

Tabela 3: Indicadores de perda da agência ARSAL.

Código	Indicador	Equação	Unid.
IA09	Índice de perdas faturamento	$IA09 = \left(\frac{DA17 + DA18 - DA19}{DA17 + DA18 - DA20} \right) \times 100$	%
IA10	Índice de perdas por ligação	$IA10 = \left(\frac{DA17 + DA21 + DA18 - DA20}{DA04} \right) \times \frac{10^3}{\text{dias}}$	L/lig./dia
Parâmetros			
DA17 - Volume de água produzido (m ³)		DA20 - Volume de água de serviço (m ³)	
DA18 - Volume de água tratada importada (m ³)		DA21 - Volume de água consumido (m ³)	
DA19 - Volume de água faturado (m ³)		DA04 - Quantidade de ligações ativas	

Fonte: Resolução ARSAL n° 137/2014.

Assim, quando se compara as fórmulas dos indicadores IA09 e IA10 com os indicadores IN 013 e IN051 do SNIS, respectivamente, observa-se que:

- No IA09, o volume de água de serviço (DA20) só é descontado da parcela de volume disponibilizado no denominador da fórmula, diferente do indicador IN013 do SNIS que desconta o volume de água de serviço (AG024) do volume disponibilizado, tanto no numerador como no denominador da fórmula;
- No IA10, ao invés de fazer a diferença entre o volume disponibilizado (DA17 + DA18) e o volume consumido (DA21), considera-se a soma destes volumes no cálculo do indicador.

As mesmas incoerências foram identificadas nas fórmulas dos indicadores da agência do Ceará (ARCE). A ARCE¹ estabelece os indicadores de perda (IAG11 e IAS16), que estão associados aos indicadores do SNIS IN013 e IN051, respectivamente, coincidindo apenas na nomenclatura e na unidade dos indicadores.

Vale ressaltar que foi encaminhado para a ARSAL e a ARCE um email questionando as diferenças nas fórmulas dos indicadores de perda das agências com os indicadores do SNIS. Em resposta, os setores técnicos de ambas agências confirmaram o erro nas fórmulas dos indicadores e que as resoluções ARCE 167/2013 e ARSAL 137/2014 serão revistas e uma errata será emitida incluindo as mesmas observações aqui realizadas.

A agência da Bahia (AGERSA) adota o indicador perdas por ligação (PL) que corresponde ao indicador IN051 do SNIS. Contudo a definição do indicador na resolução CORESAB n° 001/2012 é bastante vaga, pois não define com clareza se os volumes de água importado e de serviço devem ser considerados para o cálculo do indicador, assim como é detalhado para o indicador IN051 do SNIS.

A agência do Rio Grande do Sul (AGERGS) adota o índice de perda de faturamento (IPF) que se diferencia do IN013 do SNIS por não considerar na fórmula do indicador o volume de água tratado importado. Já o volume de água tratada exportado é embutido na variável do “volume consumido”, assim como é recomendado no SNIS.

A Agência Reguladora de Saneamento de Tubarão (AGR), uma agência municipal em Santa Catarina, definiu como indicador de desempenho para avaliação das perdas: o índice de perdas de água no sistema de distribuição (IPD), em porcentagem, que corresponde ao indicador IN049 do SNIS, tanto na nomenclatura como na unidade adotada. Contudo, observa-se que a definição do indicador na norma da agência é bastante vaga. Na Resolução AGR n° 07/2013 não define se os volumes de água importado, exportado e de serviço devem ser considerados para o cálculo do indicador IPD.

Dentre o grupo de indicadores de regulação dos serviços de saneamento recomendados pela a Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR), há apenas um indicador de perda: o “índice de perdas faturamento” IN013 do SNIS, coincidindo na nomenclatura, fórmula e unidade.

Em 2008, à Câmara Técnica de Saneamento da ABAR incluiu outro indicador para avaliar a perda especificamente na produção da água tratada, o “Índice de perda na produção”, dado pela diferença entre o volume de água captado e o volume de água tratado. No SNIS não existe nenhum indicador para avaliar especificamente as perdas de água na produção.

Na Tabela 4 lista-se os indicadores de perdas adotados pelas agências reguladoras e apresenta o resumo das principais diferenças comparados aos indicadores do SNIS.

¹ Outra iniciativa que vale ser mencionada da ARCE, é o Sistema de Informações Regulatórias de Água e Esgoto – SIRAE. Implantado em 2004, pioneiro no Brasil, o referido sistema tinha como produto um conjunto de indicadores de saneamento dirigidos para a regulação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Ceará (ABAR, 2008). Não pode-se investigar os indicadores de perda deste sistema, pois em 2009 o SIRAE foi descontinuado e, mesmo as informações armazenadas no sistema durante o período de sua operação, não estão mais disponíveis, conforme informado pela equipe técnica da ARCE.

Tabela 4: Agências reguladoras e seus indicadores de perdas comparados aos indicadores do SNIS.

Agência	Indicador	SNIS	Análise comparativa
ARCE	IAG11	IN013	O volume de água de serviço só é descontado do volume disponibilizado no denominador da fórmula.
	IAS16	IN051	O volume produzido é somado ao volume consumido.
ARSAL	IA09	IN013	O volume de água de serviço só é descontado do volume disponibilizado no denominador da fórmula. Não define se o volume de água tratada exportado deve ser considerado para o cálculo do indicador.
	IA10	IN051	O volume produzido é somado ao volume consumido. Não define se o volume de água tratada exportado deve ser considerado para o cálculo do indicador.
AGERGS	IPF	IN013	O volume de água tratada importado não é utilizado na fórmula, embora coincida na nomenclatura e unidade do indicador IN013 do SNIS.
AGERSA	PL	IN051	Não define se os volumes de água importado, exportado e de serviço devem ser considerados para o cálculo do indicador.
AGR	IPD	IN049	

CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa evidenciam que ainda hoje não existe um conjunto consolidado de indicadores de perdas padronizados no Brasil. A principal divergência entre os indicadores é na delimitação do volume de controle, que nem sempre considera o volume de água importado, exportado ou de serviço.

Na esfera estadual, poucas agências reguladoras de saneamento possuem normas internas para a padronização dos indicadores de perda. E a ABAR, junto com as agências parceiras, ainda estão em fase de desenvolvimento de um conjunto de indicadores de desempenho que possam ser utilizados na regulação dos serviços de abastecimento de água.

Deve-se enfatizar que não existe um indicador perfeito, devendo-se analisar o conjunto dos indicadores e verificar quais retratam melhor a situação das perdas. E deve haver a padronização na metodologia do cálculo dos indicadores entre todos os agentes do processo (prestadores de serviços e agências reguladoras) para uma definição mais clara dos indicadores de perda, de modo a permitir uma avaliação coerente da eficiência das entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água quanto ao combate as perdas.

Por fim, sugere-se que seja realizada a pesquisa com maior amostragem, ou seja, com a participação de mais agências reguladoras de saneamento para o efetivo delineamento da situação atual do problema. À luz do exposto acima, o presente estudo não pretende esgotar a investigação, mas chama a atenção para a necessidade de estudos futuros para a proposta de padronização dos indicadores de perda adequados a necessidade brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABAR - Associação Brasileira de Agências de Regulação. Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2006. 204 p.
2. ABAR - Associação Brasileira de Agências de Regulação. Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2008. 510 p.
3. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Perdas em sistemas de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2013. 45 p.
4. ALEGRE, H.; BAPTISTA, J. M.; CABRERA, E.; CUBILLO, F.; DUARTE, P.; HIRNER, W.; MERKEL, W.; PARENA, R. Performance indicators for water supply services. 2. Ed. Londres: IWA Publishing, 2006. 312 p.

5. ALMANDOZ, J.; CABRERA, E.; ARREGUI, F.; CABRERA, E.; COBACHO, R. Leakage assessment through water distribution network simulation. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 131, n. 6, p. 458–466, 2005.
6. BRASIL. Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial [da] república Federativa do Brasil*. Brasília, 8 jan. 2007.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores*. Brasília: SVS/Ministério da Saúde, 2011. 124 p.
8. BRASIL. Ministério das Cidades. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2014*. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.
9. GIUSTOLISI, O; LAUCELLI, D.; BERARD, L. Operational Optimization: Water Losses versus Energy Costs. *Journal of Hydraulic Engineering*, v.139, n.4. p. 410- 423. 2013.
10. KANAKOUDIS, V.; TSITSIFLI, S.; SAMARAS, P.; ZOUBOULIS, A.; DEMETRIOU, G. Developing appropriate performance indicators for urban water distribution systems evaluation at Mediterranean countries. *Water Utility Journal*. n. 1, p. 31-40, 2011.
11. MIRANDA, E. C. *Avaliação de perdas em Sistemas de Abastecimento de Água - Indicadores de Perdas e Metodologias para a Análise de Confiabilidade*. Brasília. 2002. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - Universidade de Brasília, 2002.
12. RAMALHO, P. I. S. (Org.) *Regulação e Agências Reguladoras: Governança e Análise de Impacto Regulatório*. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2009. 288 p.
13. TABESH, M; YEKTA, A. H.; BURROWS, R. An Integrated Model to Evaluate Losses in Water Distribution Systems. *Water Resources Management*, v. 23, n° 3, p. 477 - 492, 2009.