

# Normatização de indicadores de perdas de água: a experiência das agências reguladoras no Brasil

## *Standardization of water loss indicators: the experience of regulatory agencies in Brazil*

- **Data de entrada:**  
30/10/2017
- **Data de aprovação:**  
06/12/2017

Saulo Biasutti\*/Edumar Ramos Cabral Coelho

DOI: 10.4322/dae.2019.002

### Resumo

Entidades reguladoras de serviços de abastecimento de água têm como desafio a formulação e a implementação de um conjunto de indicadores que permita avaliar de modo eficaz as perdas de água. É possível encontrar na literatura indicadores em diferentes formatos, o que dificulta avaliar o desempenho no combate às perdas entre diferentes prestadores de serviços. Nesse contexto, esse artigo objetiva investigar e descrever bases normativas dos indicadores para a regulação dos serviços de abastecimento de água. Encaminhou-se questionário a 44 agências reguladoras (estaduais e municipais) sobre metodologia dos indicadores de perdas. Os indicadores identificados foram comparados, observando-se variações na terminologia, unidade e fórmula. Os resultados demonstraram que a principal divergência é a delimitação do volume de controle, que nem sempre considera o volume de água importado, exportado ou de serviço.

**Palavras-chave:** Perdas de água. Indicadores de Desempenho. Abastecimento.

### Abstract

*Regulators of water supply services have a major challenge to develop and implement a set of indicators to assess effectively water losses. You can find in the literature water loss indicators in different formats, making it difficult to assess the performance in combating losses between different water supply companies. In this context, this article aims to investigate and describe the normative basis of water loss indicators for the regulation of water supply services. A questionnaire was sent to 44 regulatory agencies, requesting information about the internal standards for water loss indicators. Subsequently, the set of indicators identified was compared, observing variations in terminology, unit and formula indicators. The main divergence between the indicators is the delimitation of the volume control, which does not always consider the volume of water imported, exported or service.*

**Keywords:** Water Loss. Performace Indicators. Water Supply.

**Saulo Biasutti** – Engenheiro Ambiental. Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. Doutorando em Engenharia Ambiental da UFES.  
**Edumar Ramos Cabral Coelho** – Engenheira civil. Doutora em Hidráulica e Saneamento. Professora do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória (ES), Brasil.

\***Endereço para correspondência:** Rua Comissário Octávio de Queiroz, 120 – Jardim da Penha – 29060-270 – Vitória (ES), Brasil. E-mail: saulobiasutti@gmail.com.

## 1 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 têm 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 perdas pode exigir frequentes interrupções no abastecimento, comprometendo a qualidade dos serviços (ALMANDOZ et al., 2005).

É possível encontrar na literatura diversos indicadores de perdas, 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 às perdas entre diferentes prestadores (MIRANDA, 2002).

Existem iniciativas de algumas agências de regulação em saneamento para 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 asso-

ciadas, 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.

Nesse contexto, esse artigo tem como objetivo investigar e descrever documentos que estabelecem as bases normativas dos indicadores de perdas 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.

## 2 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 presta-

dos e de ampliação dos sistemas de produção de água existentes (ABES, 2013).

Devido a esse fato, em muitos casos há 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).

### 3 TIPOS DE PERDAS DE ÁGUA

As perdas de água são divididas em dois tipos: perdas aparentes 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).

### 4 METODOLOGIA

A primeira etapa consistiu em pesquisar junto às 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) um 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-se o recolhimento e registro, dos dados da pesquisa. Foram coletadas informações sobre os tipos de indicadores de perdas, as unidades e termologias utilizadas e os métodos empregados.

Vale ressaltar que existe certa confusão sobre o significado de índice e indicador, que 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 perdas adotados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que atualmente é a maior base de dados do setor de saneamento brasileiro e que no geral se assemelha aos conceitos e padrões da IWA.

A Tabela 1 apresenta os indicadores de perdas do SNIS.

**Tabela 1:** Indicadores de perdas do SNIS.

Código	Indicador	Equação	Unid.
IN013	Índice de Perdas 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	$IN050 = \left( \frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG005} \right) \times \frac{10^3}{365}$	m³/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
<b>Parâmetros:</b>			
AG002 - Número de Ligações Ativas (Lig.) <sup>a</sup>		AG011 - Volume Faturado (10³ m³/ano)	
AG005 - Extensão da Rede de Água (Km) <sup>a</sup>		AG018 - Volume Tratado Importado (10³ m³/ano)	
AG006 - Volume Produzido (10³ m³/ano)		AG024 - Volume de Água de Serviço (10³ m³/ano) <sup>c</sup>	
AG010 - Volume Consumido (10³ m³/ano) <sup>b</sup>			
<b>Observações:</b>			
<sup>a</sup> Média do parâmetro, considerando o valor no ano de referência e o valor no ano anterior.			
<sup>b</sup> 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.			
<sup>c</sup> Volume de água de serviços: inclui-se 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.			
<b>Fonte:</b> Brasil, 2016.			

Conforme Tabela 1, observa-se que existem dois tipos de indicadores de perdas adotados atualmente no SNIS: o Índice de perdas de faturamento (IN013) corresponde à comparação entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume faturado, e o Índice de perdas na distribuição (IN049, IN050, IN051) 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 se 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).

## 5 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 apresentadas na Tabela 2.

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

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

As agências reguladoras de serviços públicos dos estados do Maranhão (ARSEMA); de Minas Gerais

(ARSAE); de São Paulo (ARSESP); de Santa Catarina (ARESC); do Mato Grosso do Sul (AGEPAN); do Distrito Federal (ADASA) e a agência municipal de Porto Ferreira (ARPF), em São Paulo, responderam ao questionário afirmando não possuir atualmente normas que estabelecem indicadores de perdas 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 perdas da agência ARSAL.

**Tabela 3:** Indicadores de perdas 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
<b>Parâmetros:</b>			
DA17 - Volume de água produzido (m <sup>3</sup> )		DA20 - Volume de água de serviço (m <sup>3</sup> )	
DA18 - Volume de água tratada importada (m <sup>3</sup> )		DA21 - Volume de água consumido (m <sup>3</sup> )	
DA19 - Volume de água faturado (m <sup>3</sup> )		DA04 - Quantidade de ligações ativas	

Fonte: Resolução ARSAL n° 137/2014.

Assim, quando se comparam 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, diferentemente 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, em vez de fazer a diferença entre o volume disponibilizado (DA17 + DA18) e o volume consumido (DA21), considera-se a soma desses volumes no cálculo do indicador.

As mesmas incoerências foram identificadas nas fórmulas dos indicadores da agência do Ceará (ARCE). A ARCE<sup>1</sup> estabelece os indicadores de perdas (IAG11 e IAS16), que estão associados aos indicadores do SNIS IN013 e IN051, respectivamente, coincidindo apenas na nomenclatura e na unidade dos indicadores.

<sup>1</sup> 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 se podem investigar os indicadores de perdas 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.

Vale ressaltar que foi encaminhado para a ARSAL e a ARCE um e-mail questionando as diferenças nas fórmulas dos indicadores de perdas das agências com os indicadores do SNIS. Em resposta, os setores técnicos de ambas agências confirmaram o erro nas fórmulas dos indicadores e informaram 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 nº 001/2012 é bastante vaga, pois não define com clareza se os volumes de água importados 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 perdas 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 ava-

liação 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 vago. A Resolução AGR nº 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 Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR), há apenas um indicador de perdas: o “índice de perdas faturamento” IN013 do SNIS, coincidindo na nomenclatura, fórmula e unidade.

Em 2008, a Câmara Técnica de Saneamento da ABAR incluiu outro indicador para avaliar as perdas especificamente na produção da água tratada, o “Índice de perdas 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 listam-se os indicadores de perdas adotados pelas agências reguladoras e apresenta-se o resumo das principais diferenças comparadas aos indicadores do SNIS.

**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 é 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	

Ademais, ressalta-se que nem o SNIS nem as agências reguladoras citam em suas normas o Índice de Vazamentos na Infraestrutura (IVI), que é considerado pela IWA como o indicador mais adequado para a avaliação das perdas reais, pois permite comparações técnicas de perdas entre sistemas com diferentes características de infraestrutura e de pressão.

O IVI ainda é pouco utilizado no Brasil, pois exige dados operacionais em sua fórmula que geralmente não fazem parte da rotina de monitoramento dos prestadores de serviços de abastecimento de água. Assim, a institucionalização de um sistema de informações com indicadores de perdas em nível mais detalhado (perdas reais e aparentes), nas condições atuais, constitui um grande desafio no Brasil.

## 6 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 perdas. E a ABAR, junto com as agências parceiras, ainda está 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. Ademais, é imprescindível que

haja 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 perdas, 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 perdas adequados à necessidade brasileira.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.
- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perdas em sistemas de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 2013. 45 p.
- 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.
- 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.
- 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.

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.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** - 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.

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.

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.

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 (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade de Brasília, 2002.

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.

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.