

Razões para não utilizar indicadores de perdas de água expressos em percentual

Reasons for not using water loss indicators expressed as a percentage

Marcelo Dalcil Depexe^{1*} 

RESUMO

Este trabalho avalia o indicador de perdas expresso em percentual e discute aspectos relativos à sua formulação, evidenciando os problemas de utilizá-lo para a gestão, a tomada de decisão, as comparações e a definição de metas. Avaliam-se algumas situações apontadas pela literatura e realiza-se uma análise dos indicadores do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), demonstrando que o uso do percentual não é adequado para comparação entre municípios, prestadores e para analisar a evolução de um mesmo local, uma vez que o consumo e as ações realizadas variam ao longo do tempo, provocando variações em diferentes magnitudes no indicador. Os indicadores do SNIS têm um problema adicional, pois não desconta o volume exportado do denominador da fórmula. Assim, o referencial não é o Volume Distribuído no sistema. Essa condição provoca uma redução artificial no resultado, que não reflete a realidade da eficiência operacional em campo, nos municípios que exportam água tratada. Portanto, a recomendação é que se evite utilizar indicadores em percentual, priorizando o uso de indicadores como o INO50 – Índice Bruto de Perdas Lineares (m³/km/dia) e o INO51 – Índice de Perdas por Ligação (litros/lig/dia). Além disso, para análise mais aprofundada e tomada de decisão assertiva, os indicadores de perdas totais não são suficientes, sendo recomendável a adoção de indicadores separados para perda real e aparente.

Palavras-chave: indicadores; percentual; SNIS; perdas de água.

ABSTRACT

This paper evaluates the water loss indicator expressed as a percentage and discusses aspects related to its formulation, highlighting the problems of using it for management, decision-making, comparisons, and goal setting. Several situations pointed out in the literature are evaluated, and an analysis of the National Sanitation Information System (SNIS) indicators is carried out, demonstrating that the use of the percentage is not suitable for comparison between municipalities, service providers, or for analyzing the evolution of the same location, since consumption and actions taken vary over time, causing variations of different magnitudes in the indicator. The SNIS indicators have an additional problem because they do not deduct the exported volume from the formula's denominator. Thus, the reference is not the volume distributed in the system. This condition causes an artificial reduction in the result, which does not reflect the reality of operational efficiency in the field in municipalities that export treated water. Therefore, the recommendation is to avoid using percentage indicators, prioritizing the use of indicators such as m³/km/day and liters/connection/day. Furthermore, for more in-depth analysis and assertive decision-making, total loss indicators are not sufficient, and the adoption of separate indicators for real and apparent loss is recommended.

Keywords: indicators; percentage; SNIS; water losses.

INTRODUÇÃO

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) constitui-se na principal base pública de dados de saneamento básico do Brasil. Suas informações e relatórios são amplamente utilizadas para o planejamento estratégico do setor. Diversas instituições utilizam esses dados para estudos, análises e comparações entre municípios e prestadores de serviço. Como exemplo, é possível

citar os estudos e os *rankings* elaborados pelo Instituto Trata Brasil e pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Além disso, os indicadores do SNIS são utilizados para acompanhar o desempenho e as metas de contratos pelos municípios e pelas agências reguladoras.

A questão da eficiência operacional é um dos aspectos mais relevantes em todas as análises do setor. Nesse

¹Companhia de Saneamento do Paraná – Curitiba (PR), Brasil.

Endereço para correspondência: Rua Pedro de Toledo, 217, Prado Velho, Curitiba, PR. CEP: 80215-280. e-mail: mdepexe@sanepar.com.br

sentido, o SNIS disponibiliza quatro indicadores de perdas de água:

- IN013 – Índice de Perdas no Faturamento (%);
- IN049 – Índice de Perdas na Distribuição (%);
- IN050 – Índice Bruto de Perdas Lineares ($\text{m}^3/\text{km}/\text{dia}$);
- IN051 – Índice de Perdas por Ligação (litros/lig/dia).

De acordo com Farley e Trow (2003), por muitos anos o índice de perdas em percentual era o único indicador analisado. Muitos não especialistas, incluindo políticos e a mídia, acreditam erroneamente que esta é a medida de performance de perdas mais significativa. Assim, a definição de metas é realizada em nível nacional em termos percentuais, discriminando concessionárias com baixo consumo (baixo volume de entrada) e pressão operacional superior à média (devido à topografia). Entretanto, esses indicadores são inadequados para comparar diferentes locais, com características distintas.

O indicador em percentual sofre alteração quando o consumo se altera, mesmo que a perda permaneça constante. Tal situação não deveria acontecer com um indicador que avalia a eficiência, uma vez que o resultado varia em função de fatos alheios à eficiência operacional. Da mesma forma, um mesmo volume de perdas reais pode gerar diferentes perdas em percentual, no caso de consumo diferente. Isso ocorre porque o denominador também varia em função do consumo, distorcendo o resultado do indicador de perda em percentual (Lambert, 2017).

De acordo com Giustolisi *et al.* (2024), o indicador de perdas em percentual apresenta resultados falhos quando aplicado a direcionar investimentos, priorizar operações, definir metas ou comparar o desempenho de diferentes concessionárias em perdas de água. A fraqueza do indicador em percentual é decorrente de sua formulação não linear em relação ao volume de perdas de água, uma vez que aparece não apenas no numerador, mas também no denominador como um componente da entrada de água. O indicador em percentual também depende do volume de consumo autorizado, que é componente do volume no denominador. Assim, o índice de perdas aumenta se esse volume diminuir (e vice-versa), mesmo que o volume de

vazamento permaneça inalterado. Tais fragilidades estruturais na formulação matemática causam sua não escalabilidade e inadequação quando aplicada para avaliar ou comparar sistemas hídricos em qualquer escala.

Segundo Alegre *et al.* (2016), deve-se evitar o uso de variáveis no denominador de indicadores que possam variar substancialmente de um ano para outro, especialmente se não estiverem sob o controle da concessionária. Conforme Thompson e Mountfort (2021), o uso de percentuais em termos de estabelecimento de metas regulatórias também não é recomendado. Embora a porcentagem do volume de entrada seja uma métrica fácil de entender e pode ser útil para as pessoas entenderem a proporção relativa de perdas, não é uma métrica útil para medir o desempenho em termos reais ao longo do tempo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o indicador de perdas expresso em percentual e discutir aspectos relativos à sua formulação, evidenciando os problemas de utilizá-lo para a gestão, a tomada de decisão, as comparações e a definição de metas.

METODOLOGIA

A primeira etapa do trabalho é a revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar situações nas quais o indicador de perdas expresso em percentual não é adequado. São elaborados alguns exemplos numéricos a fim de ilustrar tais situações.

A seguir, realiza-se o levantamento de dados para todos os municípios brasileiros, com registros no ano de referência 2022, na consulta Série Histórica do SNIS. Após análise inicial dos dados, foi necessário realizar um tratamento e a seleção de dados, para excluir dados incoerentes. Foram retirados da análise os municípios com Índice de Macromedicação inferior a 50%, com o objetivo de garantir maior confiabilidade dos volumes.

O foco da análise é o indicador IN049, conforme a Figura 1.

A informação AG010 – Volume de água consumido é definida como o volume anual de água consumido por todos os usuários, micromedido ou estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado

(AG019). Portanto, na equação IN049, o Volume Exportado está descontado no numerador, que representa o volume de perdas na distribuição. Já o denominador representa o Volume de Entrada do Sistema (produzido + importado) sem descontar o exportado, o que causa redução artificial no resultado para os municípios exportadores de água. A Figura 2 apresenta a relação entre esses volumes.

Por se tratar de um indicador de perdas na distribuição, seria mais coerente que o denominador representasse justamente o volume de perdas na distribuição, de modo a comparar o volume de perdas com o total que foi disponibilizado na rede. Os volumes exportados para outros municípios não poderiam afetar o resultado do indicador.

Assim, com o objetivo de obter resultados mais justos, é realizado o cálculo do indicador considerando o volume de água disponibilizado para a rede de distribuição do sistema no denominador, de modo a evidenciar o impacto que a fórmula atual do SNIS provoca no resultado. A fórmula utilizada para o indicador recalculado é descrita na Equação 1.

$$\text{Indicador calculado} = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024 - \text{AG019}} \quad (1)$$

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

Figura 1 – Fórmula do indicador SNIS IN49

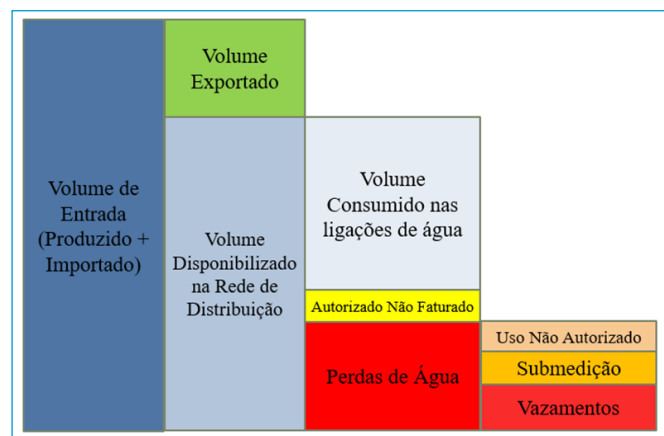


Figura 2 – Decomposição do volume de água

A análise preliminar dos dados do SNIS identificou 526 municípios com Volume de Água Tratada Exportado (AG019) maior que zero em 2022. Assim, quase 10% dos municípios brasileiros apresentam distorção no indicador em percentual. Entretanto, a existência de vários casos com valores incoerentes levou à aplicação de um filtro no Índice de Macromedição para considerar somente locais com mais de 50%, restando 3.285 municípios, dos quais 340 exportam água tratada para outro município.

Por fim, realiza-se uma comparação, para os municípios que exportam água, do indicador IN049 publicado com o indicador recalculado, a fim de avaliar o quanto a exportação provoca um efeito redutor no índice. Calcula-se a proporção do Volume Exportado (AG019) em relação ao volume de entrada do sistema, ou seja, a soma do Volume Produzido (AG006) com o Volume de Água Tratada Importado (AG018). Também é realizada a comparação com o IN051 – Índice de Perdas por Ligação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises identificaram que o indicador de perdas expresso em percentual apresenta os problemas elencados a seguir.

a) O resultado é impactado por variações no consumo

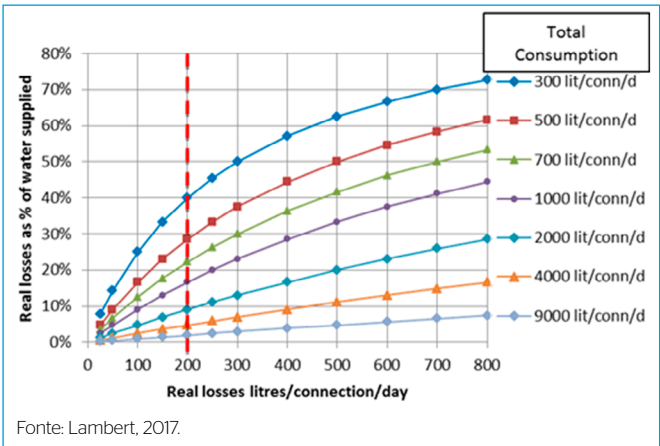
Uma vez que a produção no denominador varia em função de variações no consumo, mesmo que a perda se mantenha constante, pode-se acreditar erroneamente que a eficiência está melhorando em situações nas quais o consumo é que está aumentando. Da mesma forma, comparar um sistema com elevado consumo *per capita* com outro de menor consumo não é adequado. Neste sentido, a Figura 2 fornece uma explicação visual da razão pela qual o percentual do volume de entrada do sistema não funciona para comparações técnicas de perdas reais (vazamentos na infraestrutura).

As perdas reais calculadas como percentual do volume distribuído no sistema (eixo Y) variam com as perdas reais em litros/lig/dia (eixo X) e o consumo total em litros/lig/dia (linhas curvas). A Figura 3 apresenta um exemplo com perdas reais de 200 litros/lig/dia, isso poderia representar um percentual de perdas reais de qualquer valor

entre 5% para uma área metropolitana com consumo de 4000 litros/lig/dia e 40% para uma área de baixo consumo (300 litros/lig/dia). Portanto, esse indicador não pode ser considerado uma base justa para comparação de desempenho (Lambert, 2017).

A Tabela 1 apresenta outro exemplo que demonstra o impacto no indicador, com dois cenários para ilustrar variações no consumo.

O IN049 se altera, mesmo sem alteração no volume de perdas. De fato, uma variação no consumo não poderia gerar alterações na eficiência operacional da rede de distribuição, como se observa no IN051, que se manteve constante.



Fonte: Lambert, 2017.

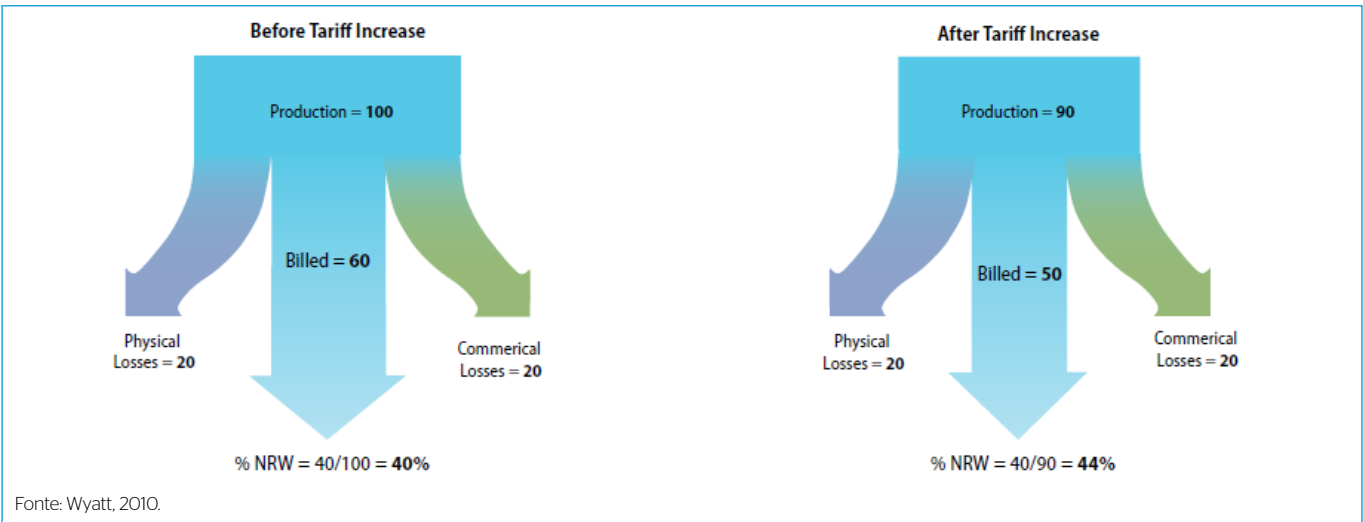
Figura 3 - Como diferenças no consumo influenciam a perda real como percentual do volume fornecido

Wyatt (2010) também aborda a influência do consumo sobre o indicador, com um exemplo que demonstra o quanto o indicador em percentual pode levar a conclusões errôneas. Se um sistema tem 40% de perda e sofre uma redução de consumo por uma razão qualquer, como um aumento da tarifa, mantendo-se o mesmo volume de perdas, o indicador é impactado. A Figura 4 apresenta um esquema para visualizar o que ocorre. Ao se reduzir o consumo, a produção também apresenta a mesma queda em termos de volume. Entretanto, o indicador de perdas aumenta para 44%, pois agora o referencial é a produção menor.

A mesma situação acontece com variações de consumo provocadas por condições climáticas. Em regiões com estações do ano bem definidas, é normal o comportamento

Tabela 1 - Impacto da variação do consumo no índice de perdas

Item	Cenário base	Cenário de redução do consumo	Cenário de aumento do consumo
Número de ligações	5.500	5.500	5.500
Produção	1.000.000	900.000	1.100.000
Volume consumido nas ligações	800.000	700.000	900.000
Volume de perdas na distribuição	200.000	200.000	200.000
Consumo m³/mês/lig	12,1	10,6	13,6
IN049 (%)	20	22,2	18,2
IN051 (litros/lig/dia)	100	100	100



Fonte: Wyatt, 2010.

Figura 4 - Variação do indicador em percentual em função de uma redução do consumo

sazonal do consumo. Assim, o uso de um indicador inadequado pode levar o gestor à falsa conclusão de que a perda aumenta no inverno. O fato é que o indicador expresso em percentual da produção aumenta no inverno, porque o consumo diminui, redução essa acompanhada pela produção.

Em um relatório elaborado para a Embaixada Britânica no Brasil, sobre oportunidades de água não faturada e estrutura regulatória no Reino Unido, os autores afirmam que o uso de percentuais em termos de estabelecimento de metas regulatórias não é recomendado. Embora a porcentagem do volume de entrada seja uma métrica fácil de entender e pode ser útil para as pessoas compreenderem

a proporção relativa de perdas ou água não faturada, não é uma métrica útil para medir o desempenho em termos reais ao longo do tempo (Thompson; Mountfort, 2021).

Os autores apresentam três exemplos nos quais o nível de perdas permaneceu o mesmo que a posição inicial ou foi reduzido, ilustrado na Figura 5. No exemplo superior, o nível de perdas foi reduzido onde a demanda permaneceu constante, mostrando uma melhoria de desempenho em termos percentuais. No segundo exemplo, o nível de demanda foi reduzido e as perdas permaneceram constantes, mas a perda percentual aumentou. No terceiro exemplo, a demanda e as perdas foram reduzidas, mas o percentual permanece constante e não reflete a melhoria.

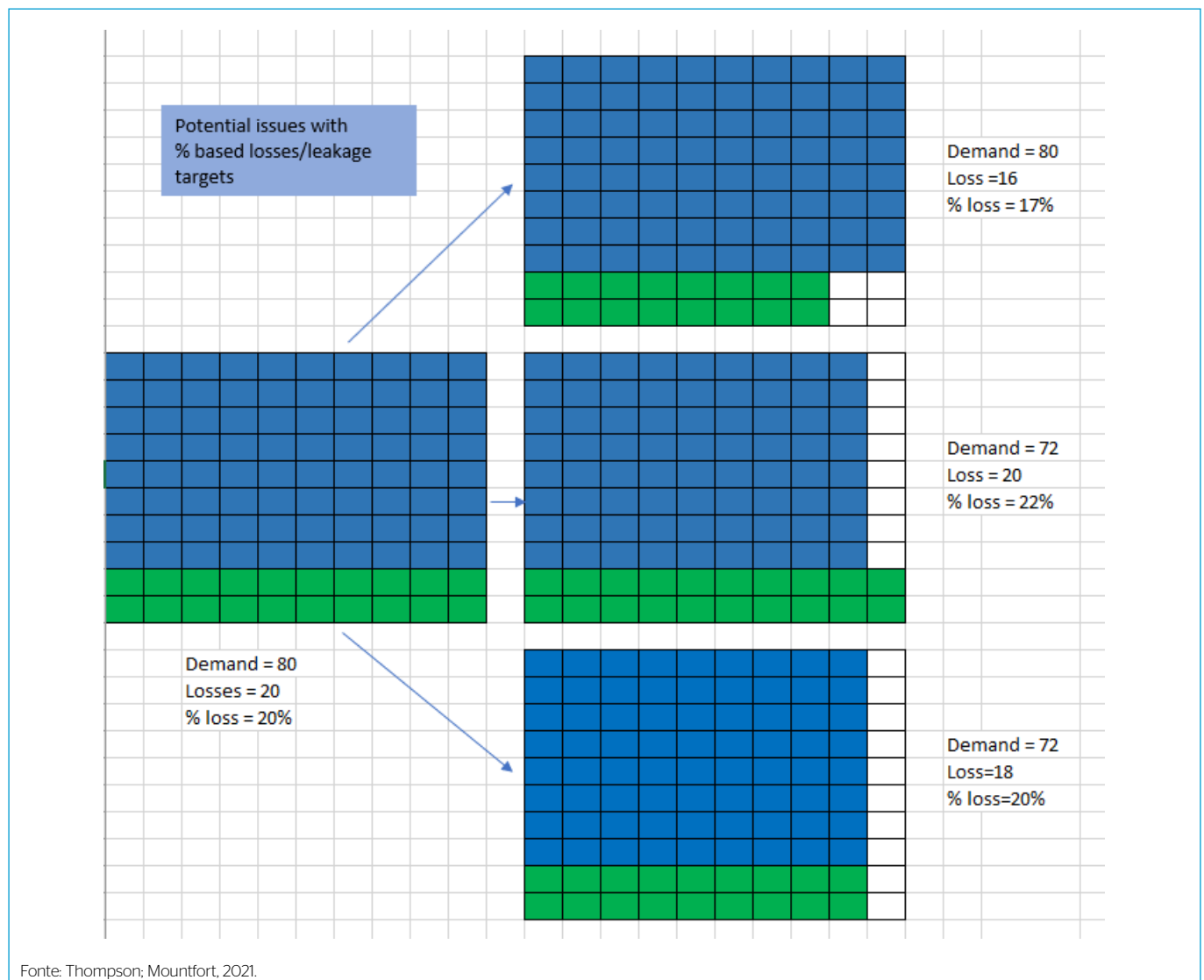


Figura 5 - Armadilhas potenciais de usar porcentagens como métricas de desempenho

Fica evidente que o indicador em percentual pode apresentar resultados distorcidos quando há variações no consumo e mesmo quando há redução de perdas. Inclusive, o indicador pode responder de forma diferente, mesmo quando há ações para redução das perdas, conforme detalhado a seguir.

b) O resultado varia de forma diferente de acordo com o tipo de ação realizada

A variação no indicador em percentual ocorre em proporções diferentes de acordo com a parcela da perda que apresenta alteração. Isso acontece porque ao se reduzir a perda real, ocorre redução na produção, diminuindo o numerador e o denominador ao mesmo tempo, o que gera menor impacto no indicador. No caso de redução da perda aparente, apenas o numerador é impactado, provocando maior queda no indicador para uma mesma redução em m³.

Para ilustrar essa situação, consideremos um exemplo de um setor de 500 ligações, com volume disponibilizado anual de 100 mil m³ e volume micromedido de 60 mil m³. Assim, o volume de perdas é 40 mil m³ ou 40%. A Tabela 2 apresenta duas hipóteses de ações de redução.

A ação realizada é diferente, mas o impacto em termos de volume perdido é o mesmo (20 mil m³). Entretanto, na hipótese de redução de submedição do parque de hidrômetros, o índice de fato cai pela metade. Por outro lado, quando se reduz o volume de vazamentos, há redução na produção, alterando o numerador e o denominador.

Tabela 2 - Resultados diferentes para redução na perda aparente e na perda real

Item	Hipótese 1	Hipótese 2
Ação	Redução de perda aparente (submedição)	Redução de perda real (vazamentos)
Resultado	Redução de 20 mil m ³ na submedição, gerando aumento de 20 mil no volume micromedido (passa a medir a água que já era consumida, mas não era contabilizada pelos hidrômetros)	Redução de 20 mil m ³ em vazamentos, gerando redução de 20 mil no volume produzido (menor necessidade de produção, pela redução do número de vazamentos existentes)
Índice de Perdas na Distribuição	$IPD = \frac{100.000 - 80.000}{100.000} = 20\%$	$IPD = \frac{80.000 - 60.000}{80.000} = 25\%$

IPD: Índice de Perdas na Distribuição.

O volume de perdas cai pela metade, mas o resultado do indicador não acompanha a redução, uma vez que o referencial (produção) se alterou.

c) O indicador em percentual afeta a percepção da proporção de perda real e aparente

Como consequência do exposto, uma variação da perda real provoca variação no volume produzido, que é o denominador da equação. Portanto, ao se analisar parcelas da perda, decomposta na forma de perda real e perda aparente, o indicador em percentual distorce o resultado. Para ilustrar essa situação, consideremos um exemplo no qual ocorrem dois cenários a partir de uma base, sendo um de redução da perda real e outro de aumento, conforme a Tabela 3.

Observa-se que uma redução na perda real gera um aumento da perda aparente expressa em percentual, de 7,4 para 8,1%. Entretanto, o volume de perdas aparentes não se alterou, assim como o indicador em litros por ligação por dia. O denominador da equação é que reduziu, acompanhando a redução da produção.

Da mesma forma, um aumento da perda real gera a percepção equivocada de que a perda aparente reduziu, passando de 7,4 para 6,8%. Entretanto, o volume anual e

Tabela 3 - Influência da variação da perda real na percepção da perda aparente

Item	Cenário base	Cenário de redução da perda real	Cenário de aumento da perda real
Número de ligações	5.500	5.500	5.500
Produção	1.200.000	1.100.000	1.300.000
Volume micromedido	800.000	800.000	800.000
Volume de perdas na distribuição	400.000	300.000	500.000
IDM	90%	90%	90%
Volume perda aparente	88.889	88.889	88.889
Volume perda real	311.111	211.111	411.111
Perda aparente (%)	7,4	8,1	6,8
Perda real (%)	25,9	19,2	31,6
Total INO49 (%)	33,3	27,3	38,5
Perda aparente (litro/lig/dia)	44	44	44
Perda real (litro/lig/dia)	155	105	205
Total INO51 (litros/lig/dia)	199	149	249

IDM: Índice de Desempenho da Medição.

o índice em litros por ligação por dia permanecem constantes nos três cenários.

Por outro lado, uma variação da perda aparente afeta somente os índices de perdas aparentes, não interferindo na perda real, que se mantém constante em todos os cenários, conforme se observa na Tabela 4.

Isso ocorre porque a variação da perda aparente não altera a produção, que é o denominador da equação. Assim, o indicador de perdas expresso em percentual da produção também afeta a percepção da perda aparente, quando ocorrer uma variação na perda real.

d) A problemática do Volume de Entrada no denominador

Há casos em que o indicador é calculado pela razão entre a perda e o volume distribuído. Entretanto, há indicadores que dividem o volume de perdas pelo volume de entrada do sistema, ou seja, não consideram o volume distribuído, pois o volume exportado não aparece no denominador. O IN049 (Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, 2023) é um exemplo onde isso ocorre, gerando distorções no índice do município exportador.

Tabela 4 - Influência da variação da perda real na percepção da perda aparente

Item	Cenário base	Cenário de redução da perda aparente	Cenário de aumento da perda aparente
Número de ligações	5.500	5.500	5.500
Produção	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Volume micromedido	800.000	817.778	782.222
Volume de perdas na distribuição	400.000	382.222	417.778
IDM	90%	92%	88%
Volume perda aparente	88.889	71.111	106.667
Volume perda real	311.111	311.111	311.111
Perda aparente (%)	7,4	5,9	8,9
Perda real (%)	25,9	25,9	25,9
Total IN049 (%)	33,3	31,9	34,9
Perda aparente (litro/lig/dia)	44	35	53
Perda real (litro/lig/dia)	155	155	155
Total IN051 (litros/lig/dia)	199	190	208

IDM: Índice de Desempenho da Medição.

Para cálculo do Índice de Perdas na Distribuição, o correto seria que o denominador descontasse o volume exportado, para que o referencial de comparação seja o volume efetivamente destinado para o município. No caso de não descontar o volume exportado, o índice fica extremamente favorável para municípios que exportam água para outros. Essa situação é muito comum em regiões metropolitanas nas quais os municípios geralmente fazem parte de um sistema de abastecimento maior.

Entretanto, a água exportada não está disponível para o município produtor, uma vez que é produzida para outro local. Mesmo que exista uma relação comercial de compra e venda de água entre os municípios, e por hipótese esta relação seja interrompida, a produção não permanecerá a mesma, sendo reduzida imediatamente, em função da redução da sua demanda. Nesta situação, o índice de perdas aumentaria abruptamente, mas sem relação nenhuma com a perda na rede de distribuição.

A Tabela 5 apresenta um exemplo fictício para demonstrar didaticamente o quanto a fórmula atual do IN049 é inadequada. Considerando dois municípios idênticos em número de ligações e consumo (11 m³/mês por ligação), para que demais fatores não influenciem no resultado, variando apenas a capacidade de produção. Assim, o Município A produz água para seu próprio abastecimento e exporta água para o Município B, que tem capacidade de produção equivalente à metade da sua necessidade.

Observa-se que tanto o volume disponibilizado na rede de distribuição quanto o volume consumido são idênticos, mas resultado do indicador IN049 indica que

Tabela 5 - Cenário 1: o Município A fornece água para o Município B

Item	Município A	Município B
Número de ligações	100.000	100.000
Produção	30.000.000	10.000.000
Volume importado	0	10.000.000
Volume exportado	10.000.000	0
Volume disponibilizado na rede	20.000.000	20.000.000
Volume consumido nas ligações	13.200.000	13.200.000
IN049 (%)	22,7	34
IN051 (litros/lig/dia)	186,30	186,30

o Município A tem índice de perdas em percentual bem menor, embora o volume perdido seja o mesmo. No indicador IN051 essa distorção não ocorre, uma vez que o referencial no denominador não varia em função da relação importação $\times$ exportação.

No caso de uma ampliação da capacidade de produção do Município B, que passa a ser autossuficiente, o Município A se vê obrigado a reduzir a produção, uma vez que não existe mais a demanda de água por parte do Município B. Absolutamente nada acontece no sistema de distribuição de ambos, entretanto o indicador IN049 do Município A aumenta, conforme a Tabela 6.

Não faz sentido um indicador de perdas aumentar por consequência do aumento de capacidade de produção de outro município. O fato é que o município que exporta tem sua perda reduzida artificialmente, por uma falha da fórmula do IN049. Já o município autossuficiente ou que importa não tem problemas em nenhum cenário, pois seu denominador está correto, equivalente ao volume distribuído.

Outra situação que demonstra o quão inadequado é considerar somente o volume produzido + importado no denominador ocorre em situações nas quais um município

que pertença a um sistema integrado de abastecimento está localizado entre um município que exporta e outro que importa. Considerando que os volumes importados e exportados para esse município sejam iguais, transferindo água apenas entre os municípios vizinhos, o indicador será reduzido quanto maior for o volume transferido, como se observa na Tabela 7.

De acordo com esses resultados, a forma mais rápida de reduzir perdas seria trocar água com municípios vizinhos, um abastecendo o outro na mesma proporção. Evidentemente, a redução no índice é artificial e não reflete a situação da rede de distribuição.

A Tabela 8 apresenta uma comparação entre o IN049 calculado pelo SNIS, ano referência 2022, com o indicador recalculado a partir dos atributos, considerando no denominador apenas o volume distribuído no município. Os dados estão ordenados pela proporção entre o Volume Exportado e a soma do Produzido e Importado, para os 20 maiores exportadores.

Observa-se uma relação direta entre a representatividade do volume exportado no volume de entrada (produzido + importado) com a redução artificial gerada no indicador, pelo fato de não descontar o volume exportado do denominador. Na prática, é como se todo o volume exportado fosse descontado da perda, reduzindo significativamente o índice.

Nos casos mais extremos, de Marizópolis (PB) e Pinhais (PR), que exportam mais de 80% da sua produção, o indicador recalculado fica muito superior ao IN049. Não é razoável afirmar que tais locais têm perda na ordem de 7%, comparável aos melhores sistemas em nível mundial. Quando a exportação ocorre em proporções tão elevadas, não se pode considerar que esse volume está à disposição do município, que geralmente faz parte de um sistema integrado de

Tabela 6 - Cenário 2: o Município B aumenta sua produção e deixa de importar do Município A, que reduz sua produção

Item	Município A	Município B
Número de ligações	100.000	100.000
Produção	20.000.000	20.000.000
Volume importado	0	0
Volume exportado	0	0
Volume consumido nas ligações	13.200.000	13.200.000
IN049 (%)	34	34
IN051 (litros/lig/dia)	186,30	186,30

Tabela 7 - Comparação de um município que passa a transferir água entre municípios vizinhos, com Importado igual ao Exportado

Item	Sistema independente	Sistema integrado, transferindo 1 m ³	Sistema integrado, transferindo 2 m ³	Sistema integrado, transferindo 4 m ³	Sistema integrado, transferindo 8 m ³
Número de ligações	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Produção	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
Volume importado	0	1.000.000	2.000.000	4.000.000	8.000.000
Volume exportado	0	1.000.000	2.000.000	4.000.000	8.000.000
Volume consumido nas ligações	13.200.000	13.200.000	13.200.000	13.200.000	13.200.000
IN049 (%)	34	32,4	30,9	28,3	24,3

abastecimento, em que o sistema de distribuição ultrapassa os limites municipais. Grandes transferências ocorrem via adutoras entre reservatórios, sem entrar na rede de distribuição. Dessa forma, transferir mais ou menos água entre municípios não interfere no volume perdido do município, nem em sua eficiência operacional em termos de qualidade da rede de distribuição ou eficiência da micromedicação, mas o indicador gera resultados diferentes.

Para os 14 primeiros municípios da Tabela 8, o índice de perdas na distribuição é pelo menos o dobro do que o IN049 indica. Esses baixos valores não são representativos da eficiência da rede de distribuição. Assim, não há base de comparação justa do desempenho de municípios exportadores com os demais. Nesse sentido, O Índice de Perdas por Ligação IN051 é mais representativo da eficiência operacional. No caso dos dois municípios citados, o IN051 é elevado (552 e 438 litros/lig/dia, respectivamente), valores condizentes com o indicador recalculado, típicos de locais com perda elevada.

Por essas razões, o uso do índice de perdas em percentual é cada vez menos utilizado pelas companhias de saneamento em todo o mundo. Outros indicadores que têm denominador composto de variáveis físicas do sistema são preferíveis, como o nº de ligações ou extensão de rede de água. Dessa forma, a análise do indicador não sofre influência de fatores externos à perda, possibilitando a avaliação de evolução do sistema e a comparação com outros locais.

Evidentemente, cada indicador tem suas limitações, sendo recomendável o uso de um conjunto de indicadores para a completa análise da eficiência de um sistema de abastecimento. Outros fatores como a densidade de ligações, o tempo médio de abastecimento e a pressão média do sistema exercem influência sobre as perdas e podem ser considerados nos indicadores de desempenho. Para questões mais operacionais e de planejamento de investimentos, é recomendável o uso de indicadores específicos para perdas reais e aparentes, incluindo indicadores relacionados a nível econômico de perdas (Liemberger, 2002).

Tabela 8 – Comparação do IN049 com indicador recalculado

Município	Estado	exp/(prod+imp)	IN049 - Índice de perdas na distribuição	Indicador recalculado	Diferença	IN051 - Índice de perdas por ligação
Marizópolis	PB	88%	6,85	60,98	-54,13	552,74
Pinhais	PR	85%	7,79	51,17	-43,38	438,41
Caibi	SC	69%	12,95	41,68	-28,73	255,03
Ipira	SC	64%	11,25	34,87	-23,62	173,6
Jiquiriçá	BA	61%	16,15	41,56	-25,41	173,28
Ponto Novo	BA	59%	17,51	42,54	-25,03	197,06
Caldeirão Grande	BA	59%	17,56	42,65	-25,09	200,73
Filadélfia	BA	57%	18,01	42,01	-24,00	186,68
Cariacica	ES	56%	25,03	57,13	-32,10	736,52
Floresta Azul	BA	54%	11,21	25,44	-14,23	80,91
Lajedo do Tabocal	BA	52%	11,13	23,34	-12,21	68,17
Marechal Floriano	ES	52%	11,04	22,80	-11,76	117,38
São Félix	BA	50%	19,08	38,35	-19,27	167,56
Horizonte	CE	47%	17,66	37,30	-19,64	139,26
Governador Mangabeira	BA	46%	20,6	38,44	-17,84	150,05
Aporá	BA	44%	17,66	32,04	-14,38	115,46
Acajutiba	BA	44%	17,64	32,00	-14,36	110,57
Cristópolis	BA	43%	15,14	26,61	-11,47	99,61
Conceição do Jacuípe	BA	41%	11,79	20,08	-8,29	70,14
Balneário Piçarras	SC	40%	21,03	34,89	-13,86	213,01

Do ponto de vista regulatório, o uso do indicador de perdas expresso em percentual para definição de metas de contrato também não é recomendado, tendo em vista as diversas situações apresentadas. Nesse sentido, considera-se assertiva a orientação da Norma de Referência nº 15/2025 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que dispõe sobre diretrizes para a gestão de redução progressiva e controle de perdas nos subsistemas de distribuição de água potável (Brasil, 2025), que estabelece, no art. 5º, o uso do índice de perdas de água na distribuição por ligação, conforme definição do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA).

CONCLUSÕES

Calcular perdas de água por meio de indicadores expressos em percentual pode ser pouco efetivo, uma vez que a variação da perda não é a única causa de mudanças do resultado. Alterações no consumo, que podem ocorrer em função de atualização do preço da tarifa ou mesmo de forma natural, devido a fatores climáticos que acompanham as estações do ano, geram oscilações no indicador. O indicador em percentual também reage de forma diferente ao se realizar uma ação para redução da perda real ou da perda aparente, mesmo que em termos de volume o impacto seja o mesmo. Isso reduz a confiabilidade e a precisão dos indicadores em percentual, uma vez que afeta diretamente a percepção da perda real e aparente.

Os indicadores do SNIS têm um problema adicional, pois o denominador da fórmula é o Produzido + Importado — uma comparação mais correta deveria considerar o Volume Distribuído no sistema (Produzido + Importado

– Exportado). Essa condição provoca uma redução artificial no resultado, que não reflete a realidade da eficiência operacional em campo, nos municípios que exportam água. Esse fato impacta não apenas o IN049, que é amplamente utilizado, mas também o IN013 – Índice de Perdas no Faturamento, o IN028 – Índice de Faturamento de Água e o IN052 – Índice de Consumo de Água, que apresentam o mesmo problema relacionado ao volume exportado e não podem ser utilizados para comparações, *rankings*, análise e tomada de decisão.

Portanto, indicadores de perdas expressos em percentual são inadequados para comparação entre municípios e/ou prestadores de serviços de saneamento. Também não são apropriados para analisar a evolução de um mesmo local, uma vez que o consumo e as ações realizadas variam ao longo do tempo, provocando oscilações em diferentes magnitudes no resultado do indicador.

Para fins de análise e comparação entre municípios, recomenda-se o uso dos indicadores que relacionam o volume de perdas com dados físicos do sistema de distribuição, como o IN050 – Índice Bruto de Perdas Lineares ($\text{m}^3/\text{km}/\text{dia}$) e o IN051 – Índice de Perdas por Ligação (litros/lig/dia). Além disso, para análise mais aprofundada e tomada de decisão assertiva, os indicadores de perdas totais não são suficientes, sendo recomendável a adoção de indicadores separados para perda real e aparente. Por fim, considerando os aspectos regulatórios, recomenda-se que as metas de contrato não utilizem o indicador de perdas expresso em percentual. Para essa finalidade, o ideal é o uso do índice em litros por ligação por dia, de forma alinhada à NR 15 da ANA.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, Helena; BAPTISTA, Jaime M.; CABRERA JR, Enrique; CUBILLO, Francisco; DUARTE, Patricia; HIRNER, Wolfram; MERKEL, Wolf; PARENA, Renato. **Performance Indicators for Water Supply Services**. Third Edition. Manual of Best Practice. IWA Publishing, Volume 15, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Resolução ANA nº 275, de 18 de dezembro de 2025. Aprova a

Norma de Referência nº 15/2025 que dispõe sobre diretrizes para a gestão de redução progressiva e controle de perdas nos subsistemas de distribuição de água potável. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 156, 19 dez. 2025.

FARLEY, Malcolm; TROW, Stuart. **Losses in water distribution networks** – A practitioner's guide to assessment, monitoring and control. IWA Publishing, 2003. 282 p.

GIUSTOLISI, Orazio; CILIBERTI, Francesco Gino; MAZZOLANI, Gianfrdi; LAFORGIA, Domnico. Effectiveness of water loss performance indicators for asset management. **Digital Water**, v. 2, n. 1, p. 1-31, 2024. <https://doi.org/10.1080/28375807.2024.2406746>

LAMBERT, Allan. Water losses: it's time to ditch the percentages. **Water and Wastewater International Journal**, 2017.

LIEMBERGER, Roland. Do you know how misleading the use of wrong performance indicators can be? *In: IWA MANAGING LEAKAGE CONFERENCE. Proceedings* [...]. Cyprus, 2002, 17p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgotos – Visão Geral

ano de referência 2022. **SNIS**, 2023. Disponível em: <https://capacidades.gov.br/capaciteca/diagnostico-tematico-servicos-de-agua-e-esgoto-visao-geral-ano-de-referencia-2022>. Acesso em: 10 out. 2025.

THOMPSON, Fiona; MOUNTFORT, Glen. **Relatório final de estudo de escopo sobre oportunidades de água não faturada e estrutura regulatória no Reino Unido**. Water Research Center Limited (WRc), 2021. 97 p.

WYATT, Alan S. **Non-revenue water**: financial model for optimal management in developing countries. RTI Press publication No. MR-0018-1006. Research Triangle Park, NC: RTI International. 2010. 71 p.