

AVALIAÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Ernani Ciríaco de Miranda¹ e Sérgio Koide²

Resumo - O trabalho apresenta uma análise crítica dos indicadores de perdas de água em sistemas públicos de abastecimento, destacando, em especial, a questão da confiabilidade da informação, essencial à qualidade e credibilidade dos indicadores. Inicialmente discute-se os componentes principais das perdas, divididas em “físicas e não físicas”, e também em “águas não contabilizadas” e “águas não faturadas”. Em seguida apresenta-se o resultado de uma análise comparada feita com os inúmeros indicadores propostos na literatura técnica. A importância de uma linguagem uniforme e padronizada para o tema é ressaltada, sobretudo num momento em que tais indicadores têm sido muito citados como a referência do desempenho dos prestadores de serviços de saneamento do país. Em relação à confiabilidade, apresenta-se uma sistematização de duas metodologias que podem ser empregadas neste tipo de análise, destacando os seus fundamentos básicos e critérios de aplicação. O texto ressalta a importância da adequação dos indicadores aos propósitos de seus usos, dentre eles: (i) tomada de decisões, planejamento de ações, desenvolvimento de programas de redução e controle de perdas, e avaliação de resultados; (ii) comparação de desempenho entre diferentes sistemas e prestadores de serviços; e (iii) contribuição na definição de políticas públicas para o setor.

Abstract - This work presents a critical analysis of water loss indicators in water supply systems, outlining, in special, the information reliability, essential to the quality and trustfulness of the indicators. Initially, the main components of the losses are discussed, classified as physical and non-physical and also as unbilled and non-revenue. The results of a comparative analysis of the many indicators proposed in the literature is presented. The importance of a uniform and standardized terminology to the subject is stressed, moreover at this moment, in which these indicators have been quoted as references of the performance of the water supply companies. Concerning information reliability, the frameworks of two methodologies that can be used in this type of analysis are

¹ Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República; Programa de Modernização do Setor Saneamento - PMSS; SQS 415 - Bloco S - Apto. 102; CEP 70.298-070; Brasília; DF; Brasil; fone (61) 315-5329; fax (61) 322-7223; emiranda@ipea.gov.br

² Universidade de Brasília; Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia; Brasília; DF; Brasil; fone (61) 307-2304; fax (61) 347-4743; skoide@unb.br

presented, emphasizing the basic principles and application criteria. Here, it is stressed the importance of the adequacy of the indicators to the purpose of their uses, such as: (i) decision making, action planning, development of programs for water losses reduction and control and result evaluation; (ii) performance comparison between different systems and companies; and (iii) contribution to the establishment of public policies.

Palavras-Chave - perdas de água; indicadores; confiabilidade.

INTRODUÇÃO

As perdas de água nos sistemas públicos de abastecimento transformaram-se, no decorrer dos anos, desde a época do PLANASA³, em um dos maiores problemas operacionais e de gestão dos sistemas brasileiros. Sabe-se que, em maior ou menor escala, tais problemas ocorreram também em outros países, inclusive do mundo desenvolvido.

Uma soma de diversos fatores criou, no caso do Brasil, o ambiente propício ao crescimento descontrolado das perdas de água: poucos investimentos e menor desenvolvimento tecnológico nas redes de distribuição e nas ações de desenvolvimento operacional; cultura do aumento da oferta e do consumo individual, sem preocupações com a conservação e o uso racional; decisões operacionais, não previstas em projeto, de ampliação da carga e extensão das redes até áreas mais periféricas dos sistemas, para atendimento aos novos consumidores.

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, publicados anualmente no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (PMSS, 1996, 1998a, 1998b, 1999 e 2000), o índice de perdas de faturamento⁴ médio das companhias estaduais de saneamento do Brasil, no ano de 1999, foi de 38,1%, com valores variando de 20,9% a 68,7%. A Tabela 1 apresenta os dados da evolução desse indicador no Brasil, desde 1995.

Tabela 1. Evolução das perdas de faturamento das companhias estaduais de saneamento (PMSS, 1996, 1998a, 1998b, 1999 e 2000 - Modificado)

	ANO				
	1995	1996	1997	1998	1999
Média nacional (em %)	42,2	41,2	39,6	40,0	38,1

³ Plano Nacional de Saneamento, instituído em 1971 pelo Governo Federal, com o objetivo de reorganizar o setor saneamento e desenvolver programas de investimentos no setor.

⁴ Indicador que relaciona volumes de água faturado e disponibilizado para distribuição.

Maior valor (em %)	64,6	66,3	67,0	70,9	68,7
Menor valor (em %)	24,4	21,4	16,7	17,3	20,9

Segundo Silva *et al.* (1998) além da necessidade de enunciados corretos, uniformes e representativos da mais ampla diversidade de sistemas de abastecimento, deve haver a maior confiabilidade possível nas informações primárias utilizadas no cálculo dos indicadores. A confiabilidade traduz a melhor precisão dos dados e qualidade do indicador calculado. Os indicadores devem oferecer bases seguras para o planejamento das ações, o controle do desenvolvimento das mesmas e a avaliação de resultados. Devem ainda, possibilitar a comparação entre diferentes sistemas para fins de avaliação de desempenho.

Para o cumprimento desses propósitos, em especial a comparação de desempenho, é de fundamental importância a padronização de indicadores e a definição precisa dos conceitos e fórmulas de cálculo. O presente artigo pretende contribuir com essa discussão, apresentando uma análise de diversos estudos que tratam do tema, enfocando, além dos indicadores, também os fatores de confiabilidade das informações primárias.

PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As perdas de água em sistemas públicos de abastecimento dividem-se em perdas físicas (ou perdas reais) e perdas não físicas (ou perdas aparentes). As perdas físicas correspondem aos volumes não contabilizados devidos a vazamentos no sistema, desde a captação até a distribuição, e a procedimentos operacionais inadequados, que provocam consumos superiores ao estritamente necessário, dentre os quais lavagem de filtros em ETAs, limpeza e desinfecção de rede de distribuição. As perdas não físicas correspondem aos volumes utilizados por ligações clandestinas ou não cadastradas, mais os volumes não contabilizados devido a hidrômetros parados ou com submedição, fraudes em hidrômetros e outros (Silva *et al.*, 1998).

LYSA *et al.* (1999) apresentam algumas definições de perdas, as quais transcreve-se a seguir:

“ (i) perdas físicas - devem ser entendidas como a água produzida, porém não consumida: são constituídas, portanto, pelo volume de água perdido em vazamentos nas redes distribuidoras e ramais prediais, pelos extravasamentos em reservatórios e todas as demais perdas volumétricas de água;

(ii) perdas não físicas - devem representar todas as perdas referentes à água produzida e consumida, porém não revertida em faturamento para a companhia; elas podem ser classificadas em cinco categorias básicas: (a) consumos não faturados referentes aos usuários não cadastrados - ligações clandestinas, prédios próprios da companhia quando os consumos próprios não são contabilizados; (b) consumos em ligações inativas (não faturadas); (c) subavaliação dos consumos dos usuários não hidrometrados ou com hidrômetro parado ou avariado; (d) submedição dos

consumos dos usuários hidrometrados devida a diferentes causas - hidrômetros antigos, sobre-dimensionados, inclinados, fraudados, classe metrológica inadequada, etc.; (e) perdas geradas pelas regras ou pelos usos comerciais (regras de limitação do consumo faturado, política de estornos).”

Além da caracterização das perdas como físicas e não físicas, elas enquadram-se, para efeito de balanço hídrico, também como “águas não contabilizadas” e “águas não faturadas”. As primeiras correspondem à diferença entre os volumes de água produzido e utilizado, enquanto as segundas são entendidas como a diferença entre os volumes de água produzido e faturado.

Usos mensuráveis para combate a incêndio, limpeza de ruas e irrigação de jardim público, mais os usos medidos para abastecimento por meio de caminhões pipas e chafarizes, e usos nos prédios próprios do prestador de serviços são excluídos do cálculo dos indicadores que retratam as perdas de água, embora sejam mantidos naqueles que representam as perdas de faturamento (Silva *et al.*, 1998, e AESBE e ASSEMAE, 1998).

Os volumes recuperados pelo prestador de serviços, no período em que se estiver analisando as perdas, decorrentes de usos fraudulentos, são computados como volumes consumidos, não se inserindo, portanto, no cálculo das perdas, de acordo com Silva *et al.* (1998) e AESBE e ASSEMAE (1998).

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados de dois grandes diagnósticos, elaborados recentemente no Brasil, onde as perdas aparecem desagregadas por tipo. Observe-se que a composição adotada para as perdas difere de um diagnóstico para o outro.

Tabela 2. Perdas na Região Metropolitana de Salvador (LYSA *et al.*, 1999, modificado)

Tipo de Perda	Valor (em %)
Desperdício em consumidores não medidos	11,0
Vazamentos na distribuição: não visíveis	23,0
Vazamentos na distribuição: visíveis	2,0
Perdas físicas (em relação ao volume produzido)	36,0
Perdas físicas (em relação às perdas totais)	67,0
Perdas por ligações não cadastradas	3,0
Perdas por ligações ativas não medidas	3,0
Perdas por ligações inativas reativadas	1,2
Perdas por ligações típicas ativadas medidas	1,2
Perdas em grandes consumidores	3,2
Perdas outras (favelas, macromedicação, serviços)	6,4
Perdas não físicas (em relação ao volume produzido)	18,0
Perdas não físicas (em relação às perdas totais)	33,0
Perdas totais (em relação ao volume produzido)	54,0

Tabela 3. Perdas na Região Metropolitana de Florianópolis (LYSA *et al.*, 1998, modificado)

Tipo de Perda	Valor (em %)
Perdas na ETA	7,7
Vazamentos na distribuição: não visíveis	5,8
Vazamentos na distribuição: visíveis	0,6
Perdas físicas (em relação ao volume produzido)	14,1
Perdas físicas (em relação às perdas totais)	39,0
Perdas pela não hidrometração	5,2
Perdas em zonas de baixa renda	0,8
Perdas por ligações clandestinas	3,5
Perdas por ligações reativadas	1,2
Perdas por fraudes outras	0,6
Perdas em grandes consumidores	3,2
Perdas por hidrômetros inclinados	2,1
Perdas por hidrômetros parados	1,5
Perdas por classe de hidrômetro e caixas d'água	3,9
Perdas não físicas (em relação ao volume produzido)	22,0
Perdas não físicas (em relação às perdas totais)	61,0
Perdas totais (em relação ao volume produzido)	36,1

INDICADORES DE PERDAS

Os estudos pesquisados, de forma unânime, consideram que os indicadores de perdas expressos em percentual, ou seja, que se utilizam apenas de relações entre volumes, não são os mais apropriados para a avaliação de perdas. Bessey e Lambert (1994) afirmam que, mais do que impróprios, esses indicadores não são recomendáveis, embora os reconheçam como de mais fácil utilização. AESBE e ASSEMAE (1998) consideram como ideal a utilização de indicadores percentuais e físicos, combinados, como forma de se fazer uma melhor avaliação de desempenho. Essa lógica converge com a do estudo da AGHTM (1990) que considera a utilização de diversos indicadores complementares, descartando o uso de um indicador isolado como suficiente para a análise de desempenho.

Silva *et al.* (1998) afirmam que “o principal questionamento com os percentuais deve-se ao fato de que estes conferem uma aparência de homogeneidade a serviços que trabalham sob condições operacionais muito diferentes”.

Lambert (1998) em uma análise sobre as formas mais apropriadas para se fazer comparações de performance fez os seguintes comentários: (i) todos os cálculos devem relatar, inicialmente, as perdas físicas como volume/ano; (ii) a mais imprópria forma de se comparar a performance técnica é a perda como um percentual do volume anual; (iii) essa forma foi rejeitada pelos comitês técnicos na Grã Bretanha, Alemanha, EUA e África do Sul, porque é fortemente influenciada pelo consumo; e (iv) trata-se de uma forma contrária aos interesses do gerenciamento da demanda, uma vez que,

quanto maior o consumo, menor é a perda em percentual. A Tabela 4 apresenta um exemplo hipotético construído por Lambert (1998) mostrando que é possível haver perdas percentuais bastante diferentes, mesmo num cenário onde os volumes perdidos sejam absolutamente iguais. E ainda, que as perdas em percentual podem reduzir-se na medida em que se aumenta o consumo.

Tabela 4. Exemplo hipotético de perdas em percentual comparadas a perdas em volume/dia (Lambert, 1998, modificado)

Situação típica do país	Consumo de água <i>per capita</i>	Água consumida por uma população de 250.000 hab.	Perdas na distribuição p/ 1.000 km de redes 10 m ³ /dia	Águas macro-medidas (consumo + perdas)	Perdas como % do volume global
	litros/hab.dia	m ³ /dia	m ³ /dia	m ³ /dia	%
Distrito Africano	25	6.200	10.000	16.200	62
Jordânia	50	12.500	10.000	22.500	44
Ramalla, Palestina	100	25.000	10.000	35.000	27
Grã Bretanha e Alemanha	150	37.500	10.000	47.500	21
Espanha	200	50.000	10.000	60.000	17
Itália	250	62.500	10.000	72.500	14
Japão	300	75.000	10.000	85.000	12
EUA	400	100.000	10.000	110.000	9

Além da utilização de atributos físicos, como extensão de rede e quantidade de ligações ou de economias de água, Bessey e Lambert (1994) recomendam que se leve em conta a influência da pressão de operação (pressão média noturna), que pode ser utilizada em indicadores mais simples, relacionando volume, extensão de rede e pressão; ou indicadores mais complexos, relacionando volume, extensão de rede e quantidade de vazamentos da rede, reportados ou não.

Piñero e Cubillo (1996) *apud* Gonçalves (1998) consideram que a vazão mínima noturna é a melhor medida do nível de perdas em uma zona específica, especialmente em se tratando de áreas essencialmente residenciais, onde o consumo noturno é praticamente inexistente. A ocorrência de alterações em áreas onde se tem o controle da vazão mínima noturna, é um forte indicativo de perdas.

Fez-se uma análise comparada dos termos e fórmulas de cálculo dos diversos indicadores pesquisados, com vistas à proposição de terminologias padronizadas. Construiu-se, então, um conjunto de tabelas com o seguinte conteúdo básico: sigla/código, nome, conceito básico dos indicadores e definição das respectivas informações primárias, nome da entidade/programa que propõe o indicador, unidade de medida e fórmula de cálculo. Além das tabelas foram também construídos os diagramas de balanço hídrico, para cada estudo pesquisado.

Os estudos estão associados a alguma entidade técnica ligada ao setor saneamento, no Brasil ou no exterior, quais sejam: PNCDA - autor Silva *et al.* (1998); SNIS - autor PMSS (2000);

AESBE/ASSEMAE - autor AESBE e ASSEMAE (1998); AGHTM - autor AGHTM (1990); IWA - autor Alegre *et al.* (2000); e U. K. Water Industry - autor Bessey e Lambert (1994).

Análise dos diagramas de balanço hídrico

A comparação entre os diversos diagramas de balanço hídrico permitiu visualizar a relação existente entre alguns aspectos conceituais importantes dos estudos pesquisados, como por exemplo:

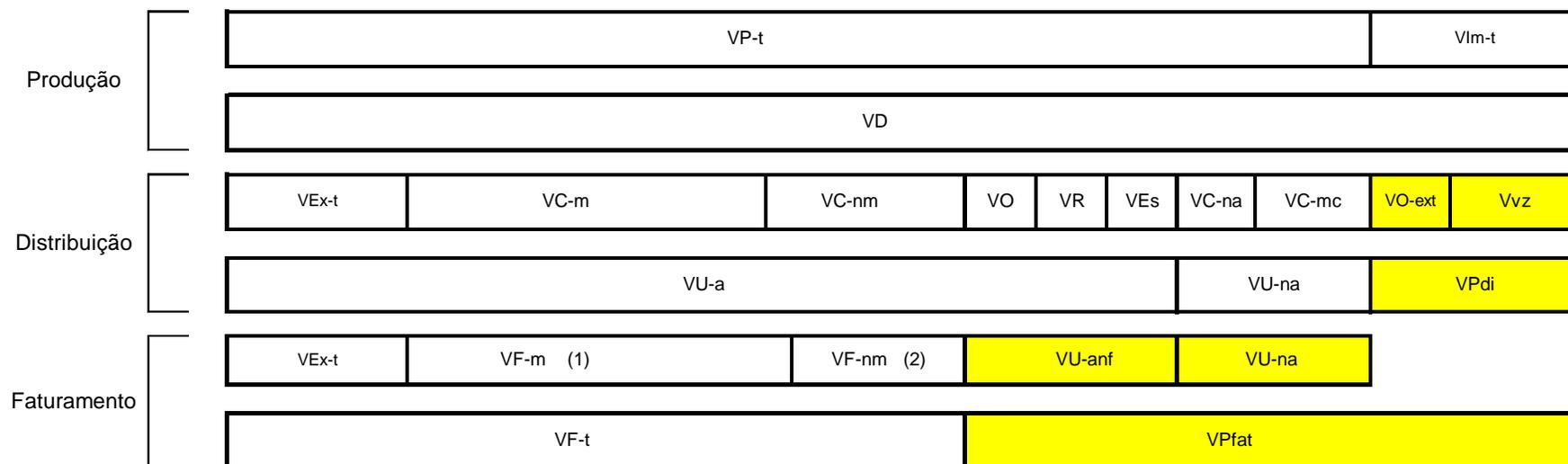
- todos os estudos adotam os volumes importados e exportados na composição do seu balanço hídrico, exceto a AESBE/ASSEMAE;

- todos os estudos destacam os consumos autorizados não cobrados, embora com denominações diferentes. Esses consumos são excluídos dos volumes de perdas na distribuição e incluídos nos volumes de perdas de faturamento. Para esses últimos a única exceção é o SNIS;

- na proposta da IWA não há distinção entre volumes consumidos e volumes faturados, ou seja, as estimativas de volume consumido e de volume faturado, para consumidores não medidos, são iguais, ao contrário do que ocorre no Brasil.

- a U. K. Water Industry não trabalha com perdas de faturamento ou volumes de água não faturados.

No Figura 1 apresenta-se um diagrama de balanço hídrico, construído a partir da comparação entre os seis diagramas analisados.



(1) Valor maior que VC-m devido ao faturamento mínimo de 10 m³ por economia, nos casos em que o consumo é menor que esse valor.

(2) Ao contrário do anterior, valor menor que VC-nm devido ao consumo superior ao faturamento mínimo, que normalmente ocorre nas ligações não micromedidas.

VP-t	Volume de água produzido total	VR	Volume de água recuperado	Vvz	Volume de água de vazamentos
VIm-t	Volume de água tratada importado total	VEs	Volume de água especial	VPdi	Volume de perdas na distribuição
VEx-t	Volume de água tratada exportado total	VU-a	Volume de água utilizado, autorizado	VF-t	Volume de água faturado total
VD	Volume de água disponibilizado	VU-na	Volume de água utilizado, não autorizado	VF-m	Volume de água faturado medido
VC-m	Volume de água consumido medido	VC-na	Volume de água consumido não autorizado	VF-nm	Volume de água faturado não medido
VC-nm	Volume de água consumido não medido	VC-mc	Volume de água consumido mal contabilizado	VU-anf	Volume de água utilizado, autorizado, mas não faturado
VO	Volume de água operacional	VO-ext	Volume de água operacional extraordinário	VPfat	Volume de perdas de faturamento

Figura 1. Diagrama de balanço hídrico

Análise dos indicadores de perdas

Pesquisou-se 50 indicadores propostos nos estudos citados, os quais foram organizados em quatro grupos, para permitir a análise comparada:

- grupo 1 - indicadores de perdas de faturamento - compostos de perdas físicas e não físicas; representam as perdas de faturamento do prestador de serviços em termos de volume de água;

- grupo 2 - indicadores de perdas na distribuição - também compostos por perdas físicas e não físicas; representam as perdas de água ocorridas no sistema de distribuição. Diferem dos primeiros basicamente por não considerarem como perdas as águas utilizadas e não faturadas. Foram organizados em três sub-grupos: I - indicadores como um percentual do volume disponibilizado; II - indicadores em volume, associado à extensão de rede; e III - indicadores em volume, associado à quantidade de ligação ou de economia;

- grupo 3 - indicadores complementares - retratam as perdas físicas de unidades anteriores ao tratamento, assim como as condições operacionais do sistema de água, como por exemplo, eficiência da hidromedidação ou oferta bruta de água por economia. Foram organizados em dois sub-grupos: I - indicadores complementares de perdas; e II - indicadores complementares operacionais;

- grupo 4 - indicadores avançados - retratam as perdas físicas e utilizam-se de informações primárias com maiores dificuldades de obtenção. Foram organizados em quatro sub-grupos: I - indicadores avançados que retratam as perdas físicas associadas à pressão de funcionamento da rede; II - indicadores avançados que retratam as perdas físicas em percentual; III - indicadores avançados que retratam as perdas físicas associadas à extensão de rede ou ao número de ligações/economias; e IV - indicadores avançados diversos

Alguns comentários importantes merecem destaque:

(i) no Brasil, devido aos baixos níveis de micromedidação e à incidência de hidrômetros defeituosos ou com vida útil vencida, que ocorre em grande parte dos serviços, é comum uma parcela do volume faturado ser estimada, utilizando-se um consumo fixo mensal por economia, nos casos de ligações não medidas, ou uma média de consumo dos últimos 6 ou 12 meses, nos casos de ligações medidas, porém com o hidrômetro parado. Em função desses critérios, na maioria das vezes, as perdas de faturamento são menores que as perdas efetivas de água;

(ii) todos os volumes não utilizados são considerados como perdas na distribuição. Os indicadores que retratam essas perdas deveriam refletir apenas as perdas físicas, como ocorre em algumas propostas internacionais. No entanto, no Brasil, devido aos baixos níveis de micromedidação e à incidência de hidrômetros defeituosos ou com vida útil vencida, os volumes utilizados incorporam perdas não físicas atribuídas aos erros de leitura e aos erros na contabilização da água;

(iii) dada à complexidade da análise das perdas, algumas entidades propõem que os indicadores devem ser acompanhados de indicadores complementares para se ter uma avaliação mais abrangente da questão, principalmente quando se trata da comparação de desempenho;

(iv) os indicadores avançados utilizam-se de informações primárias com maiores dificuldades de obtenção. No caso brasileiro, dado o baixo nível de controle operacional dos sistemas, a obtenção dos volumes de perdas físicas separados das perdas não físicas pode ser considerada uma atividade operacional avançada. Poucos são os sistemas, no país, em que os controles operacionais mantêm rotinas para identificar as perdas dessa forma;

(v) uma variável importante, que se mostra como uma tendência internacional, é a pressão de funcionamento da rede de distribuição. Alguns indicadores apresentam fórmulas compostas que associam os volumes de perdas físicas a essa pressão. No caso brasileiro serão necessários avanços significativos na operação dos sistemas para que esses indicadores sejam utilizados como rotina operacional.

A análise deixa claro que os indicadores não são propostos com o objetivo exclusivo de comparação de desempenho. Muitos têm uma função gerencial, para planejamento, formulação de programas de combate às perdas e controle de metas, ou operacional, para contribuir no gerenciamento da demanda ou na detecção de fugas e usos operacionais excessivos. Nesses casos, as terminologias e equações de cálculo podem ser adequadas às especificidades do sistema de água em análise. Por exemplo, um determinado indicador usa, em sua fórmula, a extensão total de rede, entretanto, o prestador de serviços não dispõe dessa informação, pois falta a extensão dos ramais prediais. Nesse caso é perfeitamente aceitável que ele utilize a extensão da rede sem incluir os ramais. Outro exemplo, um determinado indicador exclui das perdas na distribuição os volumes operacionais, de usos especiais e recuperado, entretanto, o operador decide por uma postura gerencial mais conservadora e prefere não excluir tais volumes do indicador. Essa é também uma decisão perfeitamente aceitável.

Quando se tratar, no entanto, da utilização do indicador para comparação de desempenho, esse deve obedecer à formulações padronizadas e precisa retratar, ao máximo, condições uniformes de funcionamento dos sistemas que estão sendo comparados. Neste sentido, percebe-se duas correntes que, de formas distintas, buscam alcançar a homogeneidade da informação. Uma das correntes propõe a utilização de indicadores compostos, com variáveis que, em tese, permitem a uniformização das condições operacionais de sistemas, os quais, na maioria das vezes, funcionam em condições diferentes. É o caso de indicadores que incorporam no cálculo, além dos volumes, variáveis físicas do tipo extensão de rede, quantidade de ligações ou de economias atendidas e pressão de trabalho das redes de distribuição, a maioria deles pertencentes ao grupo dos indicadores avançados.

A outra corrente aponta para a utilização de um conjunto de indicadores que se complementam e permitem a análise integral das condições operacionais dos sistemas, ou seja, além do indicador que retrata as perdas propriamente ditas são utilizados indicadores complementares que retratam as condições operacionais, tais como índice de macro e micromedição, índice de consumo médio, índice de ligações inativas, dentre outros.

Análise das informações primárias que compõem os indicadores

Para melhor compreender e comparar os indicadores é fundamental utilizar-se das suas fórmulas de cálculo. Isso exige um mínimo de padronização dos inúmeros termos empregados para identificação das informações primárias. Nesse sentido, para o desenvolvimento da pesquisa construiu-se uma tabela, onde constam todas as informações dos estudos pesquisados, num total de 91 (noventa e uma), agrupadas segundo as unidades dos sistemas às quais pertencem ou a algumas de suas características. Ao todo trabalhou-se com 13 grupos distintos.

Pela análise efetuada observa-se, em informações de mesma natureza, algumas diferenças conceituais importantes entre os estudos, tais como:

- no volume de água produzido do SNIS e da IWA é prevista a inclusão de água bruta distribuída sem tratamento. Os demais trabalhos não consideram essa possibilidade;

- a U. K. Water Industry considera que todos os volumes produzidos são macromedidos, realidade essa distante dos serviços brasileiros;

- alguns autores consideram como volumes de água para usos operacionais apenas aqueles utilizados nos testes e na desinfecção das redes, dentro dos limites estritamente necessários, outros incluem também volumes utilizados na manutenção de reservatórios. A AGHTM é a única que propõe uma informação específica para quantificar os volumes operacionais extraordinários, que correspondem àqueles utilizados acima do estritamente necessário;

- as entidades nacionais (PNCDA, SNIS e AESBE/ASSEMAE) propõem que se quantifique os volumes recuperados de ligações clandestinas e fraudes. As entidades internacionais não apresentam informação dessa natureza;

- nas quantidades de ligações e economias, os autores brasileiros adotam o conceito de unidades ativas, ou seja, aquelas que estão efetivamente em funcionamento, descontadas as que, embora conectadas à rede, não estão em funcionamento, na maioria das vezes cortadas por falta de pagamento da conta. Esse conceito não é adotado pelos autores internacionais, fazendo supor que utilizam sempre o total de ligações e economias.

FATORES DE CONFIABILIDADE

Os prestadores de serviços de saneamento do Brasil enfrentam problemas com deficiências tecnológicas dos equipamentos de medição e com uma mão-de-obra muitas vezes pouco qualificada para as funções que exercem, contribuindo para erros sistemáticos de medição de dados. Essa situação agrava-se ainda mais na medida em que a maioria dos sistemas do país não conta com macromedidores e possui um baixo nível de micromedição. Dessa forma, é preciso considerar a possibilidade concreta de imprecisão nos dados.

Alegre *et al.* (2000) propõem um esquema de classificação da credibilidade dos dados para indicadores de desempenho em sistemas de água e esgotos. Ressaltam os autores que essa foi uma proposta desenvolvida na Inglaterra e País de Gales, e cuja aplicação universal é possível. Os autores destacam dois grupos de intervalos de confiança: (i) intervalos de confiabilidade dos dados; e (ii) intervalos de precisão dos dados. Utilizando-se dos intervalos os autores propõem uma matriz com graus de credibilidade globais.

Os intervalos de confiabilidade são classificados em muito confiável, confiável, pouco confiável e sem confiabilidade. Os dados se enquadram nesses intervalos em vista do cumprimento ou não de alguns critérios previamente estabelecidos, mostrados na Tabela 5.

A precisão da medição é definida como sendo a aproximação entre o resultado da medição e o valor (convencionalmente) verdadeiro da grandeza medida. O texto sugere intervalos de precisão que baseiam-se no sistema adotado na Inglaterra e no País de Gales. A precisão deve ser calculada para a medição e não para o instrumento de medição. Quando a precisão não for determinável, deverá ser considerada como superior a 100%. Os intervalos de precisão sugeridos são:

1. menor ou igual a $\pm 1\%$;
2. fora do intervalo 1, mas menor que ou igual a $\pm 5\%$;
3. fora do intervalo 1 e 2, mas menor que ou igual a $\pm 10\%$;
4. fora do intervalo 1, 2 e 3, mas menor que ou igual a $\pm 25\%$;
5. fora do intervalo 1, 2, 3 e 4, mas menor que ou igual a $\pm 50\%$;
6. fora do intervalo 1, 2, 3, 4 e 5, mas menor que ou igual a $\pm 100\%$; e
- X. valores que caíam fora da matriz anterior, tais como $> 100\%$.

Tabela 5. Intervalos de confiabilidade dos dados (Alegre *et al.*, 2000- Modificado)

Intervalos de confiabilidade		Critérios	
		Dados Reais	Previsões
A	MUITO CONFIÁVEL	Baseados em medições exaustivas, registros seguros e sãos, procedimentos, investigações ou análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.	Baseadas em extrapolações de registros de alta qualidade cobrindo (ou com aplicação a) 100% da área de influência da entidade gestora, mantidos e atualizados por um mínimo de 5 anos (a previsão terá sido revista durante o período de produção dos relatórios)
B	CONFIÁVEL	Genericamente como em A, mas com algumas falhas não significativas nos dados, tais como parte da documentação estar em falta, os cálculos serem antigos, ou ter-se confiado em registros não confirmados, ou ainda terem-se incluído alguns dados por extrapolação.	Baseadas em extrapolações de registros cobrindo (ou com aplicação a) mais de 50% da área de influência da entidade gestora, mantidos e atualizados por um mínimo de 5 anos. A previsão terá sido revista durante os dois anos anteriores.
C	POUCO CONFIÁVEL	Baseados em extrapolações a partir de uma amostra limitada para a qual se aplica o grau A ou B.	Baseadas em extrapolações de registros cobrindo (ou com aplicação a) mais de 30% da área de influência. A previsão terá sido revista durante os cinco anos anteriores.
D	SEM CONFIABILIDADE	Baseados em dados transmitidos verbalmente e não confirmados e/ou em inspeções ou análises sem os devidos cuidados.	Baseadas em extrapolações de registros que não estejam em conformidade com os intervalos A, B ou C.

Os intervalos de confiabilidade e de precisão formam a Matriz de Graus de Credibilidade indicada por Alegre et al. (2000) e apresentada na Tabela 6. Segundo os autores, para permitir comparações entre entidades gestoras, os graus de credibilidade necessitam ser adequadamente escolhidos e consistentemente aplicados.

Tabela 6. Matriz de Graus de Credibilidade (Alegre *et al.*, 2000)

Intervalos de Precisão	Intervalos de Confiabilidade			
	A	B	C	D
< 1%	A1	++	++	++
1 – 5%	A2	B2	C2	++
5 – 10%	A3	B3	C3	D3
10 – 25%	A4	B4	C4	D4
25 – 50%	++	++	C5	D5
50 – 100%	++	++	++	D6

Nota: "++" indica graus de credibilidade considerados como incompatíveis.

Silva *et al.* (1998) também tratam a questão da confiabilidade e ressaltam a importância de se empregar fatores de controle com o objetivo de avaliar a confiabilidade da informação primária, e, por consequência, do indicador calculado. Esses fatores ou índices não fazem parte direta da composição do indicador, mas apenas o qualifica e permite a quem o utilizar, saber o quanto ele é confiável. As confiabilidades propostas são mostradas na Tabela 7.

Nos casos em que mais de um controle são necessários para a mesma informação ou em que uma determinada informação é composta de várias outras, o fator de confiabilidade deve corresponder a uma média ponderada dos diversos fatores envolvidos, conforme mostrado na Tabela 7. Quando, porém, a informação é transposta para a composição de um indicador que associa mais de uma informação primária, aplica-se o critério de estatística de extremos, segundo o qual prevalece como parâmetro de qualidade do indicador composto a menor confiabilidade entre as informações empregadas.

Tabela 7. Fatores de Confiabilidade Propostos por Silva *et al.*, 1998 (Modificado)

Sigla	Confiabilidade	Fórmula
C(VD)	Confiabilidade do volume disponibilizado	$C(VD) = \frac{VPM + VImM - VexM}{VP + VIm - Vex} \times kM$ <p>VD = volume disponibilizado para distribuição kM = coeficiente relativo ao controle sistemático de macromedição VP = volume produzido VIm = volume importado VEx = volume exportado “M” corresponde a volumes macromedidos</p>
C(VU)	Confiabilidade do volume utilizado	$C(VU) = \frac{C(Vm) \times Vm + C(VE) \times VE + C(VO) \times VO + C(VEs) \times VEs + C(VR) \times VR}{VU}$ <p>VU = volume utilizado = Vm + VE + VO + VEs + VR Vm = volume consumido micromedido VE = volume consumido estimado VO = volume operacional VEs = volume especial VR = volume recuperado</p>
C(Vm)	Confiabilidade do volume micromedido	$C(Vm) = \frac{Vm}{VU} \times km$ <p>km = coeficiente relativo ao controle sistemático de micromedição</p>
C(VE)	Confiabilidade do volume estimado	Em função da base de dados adotada na estimativa: máximo = 0,95; médio = 0,50 e mínimo = 0,30
C(VO)	Confiabilidade do volume operacional	Igual a 1: usos registrados e consolidados Igual a 0,60: usos estimados com base na rotina operacional
C(Ves)	Confiabilidade do volume especial	$C(VEs) = \frac{VEsM}{VEs} \times kM$ <p>VEsM = parcela macromedida do volume especial</p>
C(VR)	Confiabilidade do volume recuperado	$\frac{VRm + 0.5 VRe}{VR}$ <p>VRm = parcela micromedida do volume recuperado VRe = parcela estimada do volume recuperado</p>
C(VF)	Confiabilidade do volume faturado	$\frac{Lm}{LA}$ <p>Lm = Número de ligações ativas micromedidas LA = Número de ligações ativas</p>
C(EP)	Confiabilidade da extensão parcial da rede	Igual a 0,60: extensões estimadas com base nas testadas médias por ligação, sem o apoio de cadastros De 0,60 a 1: linearmente, de acordo com a extensão de rede cadastrada sobre o total da extensão de rede

Calculados os fatores, esses enquadram-se em uma escala de confiabilidade de quatro níveis, que variam de zero a um, na qual zero representa uma informação não utilizável e um representa uma informação plenamente confiável, conforme mostrado na Tabela 8.

Tabela 8. Aplicação da Escala de Confiabilidade no Gerenciamento de Informações (Silva *et al.*, 1998)

Faixa de variação	Condições de validade da informação
0,80 a 1,00	Informação plenamente confiável para fins de previsão de demanda, planejamento de oferta e comparação entre serviços.
0,60 a 0,79	Informação parcialmente confiável, com restrições sobre o uso para comparação entre serviços.
0,30 a 0,59	Aproximação de tendências, utilizável apenas para a fixação imediata de prioridades internas, sem segurança sobre comportamentos futuros e inválida para fins de comparação entre serviços.
0 a 0,29	Informação não utilizável, é o mesmo que não tê-la.

A aplicação desses fatores pode parecer uma realidade distante para os sistemas brasileiros. Entretanto, o prestador de serviços, ainda que de forma preliminar, num primeiro momento, com perspectivas de avanços na medida em que o tema for sendo tratado dentro da entidade, pode avaliar a infra-estrutura básica de seus sistemas, naquelas partes de onde a informação se origina, com vistas a prever o seu nível de confiabilidade.

Dos dois estudos analisados, considera-se mais prudente a utilização da proposta de Silva *et al.* (1998), construída especificamente para os indicadores de perdas, que apresenta elementos mais objetivos e pragmáticos para a análise em questão, inclusive com proposição de alguns coeficientes. Recomenda-se que, além de utilizar as fórmulas e valores indicados na Tabela 7, seja feita uma análise dos elementos a seguir, como forma de completar o quadro de fatores de confiabilidade:

(i) definição do coeficiente relativo ao controle sistemático de macromedição ($0 < k_M \leq 1$): coeficiente que reflete o nível de controle da macromedição, com efeitos na confiabilidade dos volumes macromedidos. Sugere-se uma análise qualitativa dos macromedidores, pontuando cada quesito com pesos de 0 a 1 - onde zero representa a pior situação -, e considerando, no mínimo: (a) tecnologia do equipamento; (b) tipo e qualidade da instalação; (c) idade do equipamento; (d) periodicidade das calibrações e manutenções preventivas; (e) qualidade da mão de obra utilizada na manutenção e calibração; (f) quantidade de manutenções corretivas; (g) qualidade da mão de obra utilizada na leitura, bem como dos controles empregados;

(ii) definição do coeficiente relativo ao controle sistemático de micromedição ($0 < k_m \leq 1$): analogamente ao anterior, esse coeficiente reflete o nível de controle da micromedição, com efeitos na confiabilidade dos volumes micromedidos. Sugere-se uma análise qualitativa do parque de hidrômetros, pontuando cada quesito com notas de 0 a 1 - onde zero representa a pior situação -, e

considerando, no mínimo: (a) classe metrológica dos hidrômetros; (b) idade média do parque de hidrômetros; (c) tipo de instalação adotada (caixa de passeio, cavalete aéreo, cavalete com caixa, outros); (d) qualidade da mão de obra utilizada na leitura; (e) tecnologia empregada na leitura (anotação em formulários ou coletores de dados); (f) qualidade da mão de obra utilizada na manutenção e aferição; (g) quantidade de aferições de hidrômetros instalados; (h) quantidade manutenções corretivas em hidrômetros instalados; (i) qualidade da mão de obra utilizada na manutenção e aferição;

(iii) confiabilidade do volume estimado - C(VE): sugere-se a adoção integral da proposta de Silva *et al.* (1998), ou seja: considerar como máxima (0,95) quando os consumos estimados forem fixados exclusivamente com base em monitoramento estatisticamente controlado de padrões de consumo por tipo de consumidor em áreas medidas análogas às não medidas, na mesma jurisdição do sistema considerado. Considerar como 0,50 sempre que as estimativas se basearem em combinação de levantamentos de campo realizados sobre amostra pouco significativa estatisticamente, com resultados de levantamentos de outras localidades. Adotar a mínima (0,30) quando os procedimentos de estimativa forem baseados na simples analogia com casos de outras localidades;

(iv) confiabilidade do volume operacional - C(VO): quando o volume corresponde à situação em que os usos são registrados individualmente e posteriormente consolidados, adotar um valor igual a 1,00; quando for estimado com base na rotina operacional, utilizar 0,60;

CONCLUSÃO

A grande quantidade de indicadores e informações primárias levantadas na pesquisa é um forte indicativo da complexidade do tema abordado neste artigo, demonstrando a necessidade premente da busca de uma linguagem uniforme e padronizada, tanto para as definições e termos, quanto para as fórmulas de cálculo. Além disso, é de fundamental importância a identificação dos indicadores mais representativos, que possam ser obtidos por todos os prestadores de serviços.

Os diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico dos prestadores de serviços de saneamento, sobretudo no Brasil, sugerem a necessidade de tratamento da questão em níveis de complexidade distintos, que poderiam ser, por exemplo, níveis básico, intermediário e avançado. Nesse sentido, a adoção de indicadores compostos deve ser implementada gradativamente, relacionando não apenas volumes - em percentual -, como o fazem os indicadores tradicionais, mas também dados físicos do sistema, tais como extensões de rede, quantidade de ligações, número de ocorrências de vazamentos, e , principalmente, pressão de funcionamento da rede. Essa abordagem,

evidentemente, deve levar em conta, além de aspectos específicos dos sistemas, também os objetivos da análise.

Mesmo considerando os níveis distintos de complexidade, a pesquisa evidencia uma preocupação, comum entre os autores, com a confiabilidade dos indicadores, sobretudo quando se trata da comparação de desempenho. Diante das dificuldades em se obter, com precisão, os dados necessários à avaliação das perdas, é de fundamental importância o desenvolvimento de uma metodologia sólida para a identificação dos níveis de credibilidade das informações primárias, que automaticamente condicionam a confiabilidade dos indicadores. Os fatores de confiabilidade devem possuir, como principal característica, a capacidade de qualificar e nivelar os indicadores de performance, mesmo em ambientes com distintos estágios tecnológicos. Nesse sentido, as duas propostas discutidas nesse trabalho representam um primeiro passo para a consolidação desse conceito, pouco ou quase nunca utilizado no setor saneamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESBE - Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais e ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. (1998). *Indicadores de Perdas nas Entidades Prestadoras de Serviços Públicos de Saneamento, Documento Preliminar - 1ª Revisão*, AESBE/ASSEMAE, Brasília, DF.
- Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J.M. e Parena, R. (2000). *Performance Indicators for Water Supply Services*. IWA - International Water Association, Londres, Inglaterra, 162p.
- Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux - AGHTM. (1990). “Rendement des réseaux d’eau potable. Définition des termes utilisés”. *Revue Techniques*. Sciences, Méthodes, 4 Bis.
- Bessey, S.G. e Lambert, A. (1994). *Managing Leakage - Report B - Reporting Comparative Leakage Performance*. Water. Research Centre, Water Services Association, Water Companies Association, Londres, Inglaterra.
- Gonçalves, E. (1998). *Metodologias para Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água - Estudo de Casos da CAESB*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil, Brasília, DF.
- Lambert, A. (1998). “Uma perspectiva sobre comparação internacional de perdas físicas.” Reunião técnica no âmbito do PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Comunicação oral, Brasília, DF.
- LYSA - Lyonnaise des Eaux Services Associés, ETEP Consultoria, GERENTE Projetos e Consultoria e ENGEVIX. (1998). *Elaboração de Diagnóstico, Desenvolvimento e Controle*

- Operacional dos Sistemas de Abastecimento de Água de Joinville e Araquari - Relatório R05 - Diagnóstico Operacional do Sistema.* CASAN - Cia de Águas e Saneamento, Florianópolis, SC.
- LYSA - Lyonnaise des Eaux Services Associés, ETEP Consultoria, HEALTH Consultants Limited e LATIN Consult. (1999). *Fase 1 - Relatório C1 - Diagnóstico Global Operacional/Comercial do S.I.A.A. de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho (com inclusão dos resultados nos distritos operacionais de controle de perdas - tarefa F1).* EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A., Salvador, BA, Edição Final, Fevereiro de 1999.
- Piñero, J. e Cubillo, F. (1996). "New technologies for leakage detection and control". *Water Supply*, 14 (3 / 4), 491-497.
- PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento. (1996). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1995.* Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, DF.
- PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento. (1998a). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1996.* Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, DF.
- PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento. (1998b). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1997.* Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, DF.
- PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento. (1999). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1998.* Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, DF.
- PMSS - Programa de Modernização do Setor Saneamento. (2000). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1999.* Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, DF.
- Silva, R. T., Conejo, J.G.L., Miranda, E.C. e Alves, R.F.F. (1998). *Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água - DTA A2.* Programa de Combate ao Desperdício de Água, Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Brasília, DF, 70p.