

# Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água

## Relevant aspects of the control of losses in public water supply systems

Jairo Tardelli Filho

DOI 10.4322/dae.2015.012

### INTRODUÇÃO

O setor de saneamento no Brasil ainda luta para eliminar os déficits de atendimento com os serviços de água e esgoto. O retrato atual mostra vergonhosos padrões sanitários para um país que se jacta de ser um dos grandes da economia mundial. A infraestrutura de abastecimento público de água avançou significativamente em relação ao atendimento com coleta e tratamento de esgotos, mas apresenta lacunas em algumas áreas urbanizadas e corre atrás da contínua expansão urbana.

Essa questão da expansão ainda em curso pode ser uma explicação de por que se dá menos importância às atividades de operação e manutenção dos serviços de infraestrutura urbana, em relação às obras de implantação dessa infraestrutura. Pode explicar, mas não é só isso: há que se agregar a lastimável predominância do valor

político que se dá ao ato **pontual** do “construir”, em detrimento do ato **permanente** do “operar e manter”, valor tão arraigado na cultura brasileira.

O abastecimento público de água é, desnecessário justificar, uma das mais importantes infraestruturas urbanas. É, essencialmente, uma estrutura linear, em que prevalecem as tubulações para a condução da água, desde a captação em um manancial até a entrega da água potável ao consumidor final, entremeada pelas instalações de tratamento, reservação e elevação ou redução de pressão.

A maior parte das tubulações encontra-se disposta no reticulado urbano, em todas as ruas, associadas ao trecho final da ligação ao cliente (ramal predial, com hidrômetro, para medição do consumo e faturamento), compondo o conjunto que se denomina “distribuição”. É nessa parte do sistema

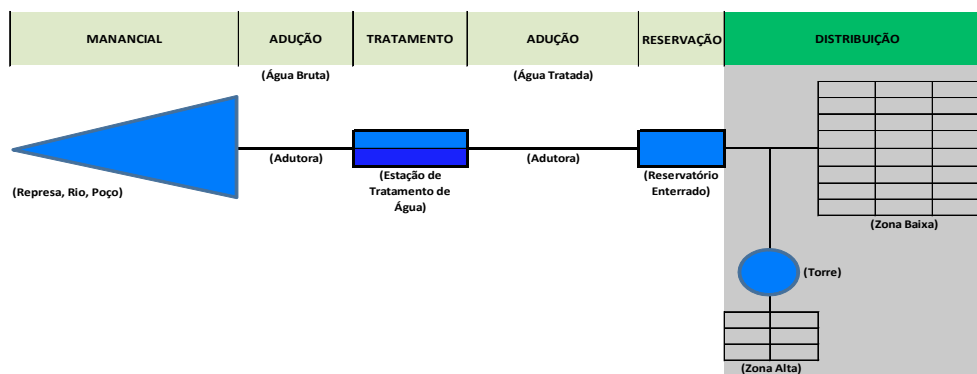


Figura 1 – Sistema de abastecimento de água.

**Jairo Tardelli Filho** – Engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1977), Mestre em Recursos Hídricos (1987). Trabalhou na área de saneamento ambiental nas empresas estatais paulistas Emplasa, Cetesb e Sabesp. Foi Assessor da Diretoria de Controle da Poluição da RMSP (Cetesb) e Gerente de Departamento das áreas de Controle do Abastecimento e de Planejamento Integrado da Diretoria Metropolitana (Sabesp).  
Email: jtftardelli@uol.com.br

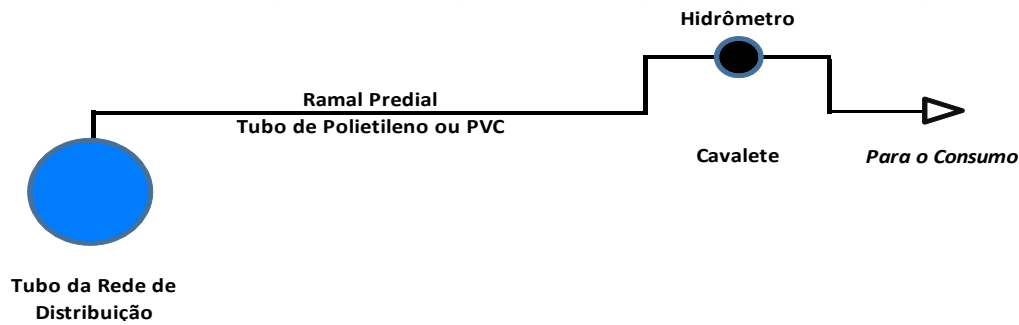


Figura 2 – Ramal predial de água.

de água, com seus zoneamentos piezométricos, que se concentrará neste artigo. As Figuras 1 e 2 ilustram essas considerações.

### OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Há um entendimento generalizado de que “operar” um sistema de água é simplesmente abrir e fechar válvulas, ligar e desligar bombas e de que “manter” é somente reparar os problemas que surgem nas tubulações e equipamentos (manutenção corretiva).

**Operar** um sistema de distribuição de água é muito mais amplo do que o relatado e envolve, principalmente:

- ter cadastros técnicos e comerciais confiáveis (atualizados);
- medir as vazões na saída (ou entrada) de reservatórios setoriais e estações elevatórias e na entrada de áreas específicas das redes de distribuição, bem como pressões em pontos notáveis da rede e níveis em reservatórios;
- garantir a observância das variáveis operacionais aos padrões estabelecidos por norma;
- gerar indicadores de performance operacionais e respectivas análises gerenciais;
- elaborar relatórios analíticos e gerenciais de comportamento e tendências das variáveis operacionais medidas em todos os setores de abastecimento e zonas de pressão.

**Manter** um sistema de distribuição de água envolve, principalmente:

- implementar atividades de manutenção preditiva (inspeções e medições das estruturas e equipamentos em operação);
- implementar atividades de manutenção preventiva, a partir de análises das informações da manutenção preditiva e dos históricos de manutenção corretiva;
- gerar informações e relatórios gerenciais sobre as falhas do sistema, de forma a subsidiar as manutenções preditivas e preventivas, bem como as renovações estruturais requeridas;
- preparar esquemas de contingência e prover logística para o ágil reparo e retomada da operação normal, em casos de acidentes ou falhas.

É um campo notável da engenharia, pouco desenvolvido nos currículos das faculdades (mais afetos a projetos e obras, por assim dizer) e que se pode denominar “engenharia da operação”, que se opõe ao empirismo e ao voluntarismo na operação e manutenção das redes de distribuição de água.

E o que isso tem a ver com “perdas” em sistemas de água? Tudo, pois a determinação das perdas e seu controle são a melhor forma de avaliar se as atividades de operação e manutenção do sistema de água estão bem conduzidas. Os números dos indicadores de perdas são uma medida da sua eficiência operacional.

### PERDAS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Basicamente, as “perdas” representam a diferença entre o que se disponibilizou de água tratada à distribuição (macromedição) e o que se mediu nos hidrômetros dos clientes finais (micromedição). É senso comum imaginar que as perdas são motivadas exclusivamente pelos vazamentos nas tubulações, com a visão da água escorrendo pelas vias públicas. Se a perda fosse só isso, seria relativamente simples atuar no seu combate. Há vazamentos que não afloram à superfície e também outros fatores, que não têm nada a ver com vazamentos e integram aquela diferença: os erros ou submedições nos hidrômetros (e macromedidores) e as fraudes; aqui, portanto, a água é consumida, mas não é contabilizada pela companhia de água ou operadora.

Até o ano 2000, essa definição singela não era entendida da mesma maneira no mundo, causando distorções na compreensão e nas comparações entre os números e indicadores de perdas de cidades, regiões ou países distintos. Assim, a International Water Association (IWA) propôs uma estruturação na forma de balanço hídrico, que padronizou, de maneira clara e objetiva, os vários

usos da água em um sistema e a identificação dos dois tipos de perda (ALEGRE, 2006):

- as reais, compostas pelos vazamentos nas tubulações e extravasamentos nos reservatórios (perdas físicas);
- as aparentes, compostas pelos erros de medição (submedição nos hidrômetros), fraudes e falhas no sistema comercial das empresas (perdas não físicas ou comerciais).

O Quadro 1 mostra o balanço hídrico da IWA<sup>1</sup>. Seu uso é quase generalizado no mundo todo (o Japão, por exemplo, tem outro entendimento dessa questão).

Algumas considerações importantes:

- desperdícios internos nos imóveis, após os hidrômetros, não constituem perdas, no campo da definição aqui exposta;

<sup>1</sup> Como curiosidade, registre-se a tentativa feita por Sextus Julius Frontinus (95 d.C.) para avaliar a água perdida nos aquedutos de Roma. Ele utilizou o conceito de “balanço hídrico” entre as águas que entravam no sistema e as que saíam, mas falhou na metodologia, pois utilizava apenas a seção transversal dos fluxos, sem considerar a velocidade do escoamento (FRAUENDORFER, 2010).

**Quadro 1 – Balanço hídrico – IWA.**

<b>VOLUME PRODUZIDO OU DISPONIBILIZADO</b>	<b>CONSUMOS AUTORIZADOS</b>	<b>Consumos autorizados faturados</b>	Consumos medidos faturados (incluindo água exportada)	<b>ÁGUAS FATURADAS</b>	
			Consumos não medidos faturados (estimados)		
		<b>Consumos autorizados não faturados</b>	Consumos medidos não faturados (usos próprios, caminhões-pipa)		<b>ÁGUAS NÃO FATURADAS</b>
			Consumos não medidos não faturados (combate a incêndios, suprimento de água em áreas irregulares)		
	<b>PERDAS</b>	<b>Perdas aparentes (comerciais)</b>	Consumos não autorizados (fraudes)		
			Falhas do sistema comercial		
			Submedição dos hidrômetros		
		<b>Perdas reais (físicas)</b>	Vazamentos nas adutoras e redes de distribuição		
			Vazamentos nos ramais prediais		
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios setoriais e aquedutos		

- certos usos da água, não medidos e não faturados, entram no conceito de “águas não faturadas” e não de “perdas”, pois são usos legítimos, como a água usada no combate a incêndios, os usos operacionais das companhias (lavagem de redes, por exemplo) e um tipo de uso que acontece muito nas grandes cidades brasileiras e de países em desenvolvimento, referente aos consumos não medidos e não faturados em áreas com ocupação urbana irregular;
- as perdas reais oneram os custos de produção e distribuição de água, enquanto as perdas aparentes estão associadas às vendas de água no varejo (preço por m<sup>3</sup> cobrado dos clientes);
- a existência de caixas d’água domiciliares com válvula de boia potencializa a submedição dos hidrômetros e, portanto, é fator de aumento das perdas aparentes;
- as águas que escapam pelos vazamentos nas tubulações são fontes de recarga dos lençóis freáticos nas áreas urbanizadas; na região do Centro Expandido de São Paulo, estudos realizados mostraram que 45-60% da recarga do aquífero seria resultado das perdas reais de água nas redes de distribuição (consideradas 20% do total distribuído) e de esgotos nas redes de coleta (consideradas 5% do total coletado). O restante (55-40%) corresponderia à recarga natural (COMITÊ DA BACIA DO ALTO TIETÊ, 2009).

Se a valoração do total das perdas é relativamente simples, o mesmo não ocorre na determinação do seu rateio, ou seja, qual é o valor das perdas reais e qual é o valor das perdas aparentes. Para isso, há que se realizar ensaios de campo ou assumir hipóteses para determinar o valor de uma delas e, por diferença, resultar no valor da outra. É importante frisar que esse rateio varia de sistema para sistema, em função de condições locais das redes e dos hidrômetros, e da “cultura” de fraudes, cabendo, para cada caso, um diagnóstico para estimar esse rateio.

A Tabela 1 apresenta exemplos de rateio entre perdas reais e aparentes em algumas cidades ou regiões do mundo (EUROPEAN COMMISSION, 2015; TARDELLI FILHO, 2013; BETTIG, 2012; INSTITUTO ARAGONES DE ESTADISTICA, 2014).

**Tabela 1** – Rateio perdas reais x perdas aparentes.

Local	Rateio das perdas (%)	
	Reais	Aparentes
Salzburgo – Áustria	92,3	7,7
Região de Flandres – Bélgica	87,5	12,5
Pula – Croácia	89,7	10,3
Lemesos – Chipre	83,6	16,4
Odense – Dinamarca	97,1	2,9
Bordeaux – França	90,4	9,6
Munique – Alemanha	85,3	14,7
Regio Emilia – Itália	77,1	22,9
Malta	30,1	69,9
Buenos Aires – Argentina	91,0	9,0
Madrid – Espanha	33,0	67,0
São Paulo – Brasil	67,0	33,0

Nos episódios de crise hídrica, as perdas reais são as que mais requerem atenção nas ações de redução de perdas, embora não deva ser esquecido que o combate às perdas aparentes também pode ter reflexos diretos na produção de água, na medida em que cerceia os desperdícios e o consumo fraudulento de água.

Não existe “perda zero” em sistemas de abastecimento de água! Por mais cuidados tomados e esforços realizados, sempre haverá um remanescente valor de perdas no sistema (“perda inevitável”). Outro ponto é que, se não forem feitas, regularmente, ações de combate às perdas, estas irão gradativamente aumentar no sistema (conceito de “crescimento natural das perdas”).

## INDICADORES DE PERDAS

Os principais indicadores utilizados para avaliar e acompanhar as perdas em sistemas de distribuição de água são:

- **Indicador Percentual (IP):** é a relação entre os volumes de perdas totais em um período (geralmente anual) e os volumes de água produzidos ou disponibilizados à distribuição;
- **Indicador Técnico (IT), em L/ligação.dia:** é a relação entre os volumes totais perdidos em um período (geralmente anual) e o número de ligações ativas de água;
- **Índice de Vazamentos da Infraestrutura (IVI), adimensional:** é a relação entre o volume de perdas reais e o volume de perdas reais inevitáveis para o sistema em questão (base anual); traduz o quanto o sistema está distante do volume de perdas que é, tecnicamente, possível de ser atingido;
- **Índice de Perdas Aparentes (IPA), adimensional:** é o mesmo conceito do IVI, sendo a relação entre o volume de perdas aparentes e um fator equivalente a 5% do volume micromedido na cidade ou região (base anual), denominado perda aparente de referência. Essa formulação pressupõe sistemas sem caixas d'água domiciliares: quando há predomínio de caixas d'água domiciliares, é impossível atingir IPA = 1; portanto, há que se conviver com valores maiores de IPA.

Evolutivamente, verifica-se que tem sido sugerido o indicador “volume anual perdido” em um sistema como adequado à definição de metas nos programas de redução de perdas (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Não há indicador perfeito! No entanto, o mais fácil de ser entendido por todos é o “mais imperfeito” deles: o percentual. A IWA não recomenda seu uso, pelas distorções que ocorrem na comparação entre sistemas distintos (todavia, ainda é muito utilizado...).

## COMBATE ÀS PERDAS

A causa principal das perdas reais é, indubitavelmente, a qualidade da infraestrutura. Outros fatores podem aumentar os vazamentos, entre os quais, a pressão de serviço é o mais significativo,

seguido da qualidade da manutenção, das condições de assentamento das tubulações, do tráfego etc. No caso das perdas aparentes, as limitações técnico-operacionais dos medidores são preponderantes, realçadas pela idade de instalação na rede e pelas variações do fluxo d'água neles (especialmente nas vazões muito reduzidas).

As ações básicas para o combate às perdas reais são:

- gerenciamento de pressões, em que, no contexto da setorização da rede de distribuição, se busca operar com pressões de serviço adequadas, complementando com a utilização de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) em áreas mais baixas ou *boosters* em pontos mais altos da rede;
- controle ativo de vazamentos, que se dedica a encontrar os vazamentos não visíveis nas tubulações por meio de técnicas acústicas de detecção (contrapõe-se ao “controle passivo”, que repara apenas os vazamentos que afloram à superfície do terreno);
- reparo dos vazamentos visíveis e não visíveis detectados, com agilidade e qualidade na execução;
- renovação da infraestrutura, substituindo as tubulações (redes e ramais) que estão com maior incidência de vazamentos.

Para as perdas aparentes, as principais ações são:

- substituição periódica dos hidrômetros (preventiva) e imediata dos hidrômetros quebrados (corretiva);
- combate às fraudes, a partir de denúncias, análises de variações atípicas de consumo ou quaisquer outros indícios ou evidências;
- aprimoramento da gestão comercial das companhias (cadastros e sistemas comerciais).

A eficácia dessas ações pressupõe:

- a existência de cadastros técnicos (redes e ramais) e comerciais atualizados;

- a medição dos volumes nos setores e subsetores do sistema (macromedição) e hidrometração dos consumidores (micromedição);
- a compartimentação estanque dos setores de abastecimento e subsetores (zonas de pressão e Distritos de Medição e Controle – DMCs).

O que se observa é que as precondições e as próprias ações requeridas não se configuram como

um leque amplo de possibilidades de atuação! Mesmo assim, em nome da maior eficácia e da parcimônia na aplicação dos recursos, há que se ter bons diagnósticos operacionais para direcionar as ações mais apropriadas para cada área.

O Quadro 2 sintetiza as ações requeridas para cada tipo de problema gerador de perdas de água na rede de distribuição.

**Quadro 2 – Soluções para os problemas de perdas.**

Problema	Intervenção Preventiva ou Corretiva	Suporte
<b>INFORMAÇÃO - DIAGNÓSTICO - GESTÃO</b>		
Cadastros técnico e/ou comercial desatualizados	Atualização cadastral, definição de fluxos e responsabilidades	Plantas cadastrais, croquis, <i>as built</i> , GIS
Setorização inexistente ou precária	Compartimentação piezométrica ou operacional (DMCs)	Cadastro técnico, GIS, modelagem
Falta de estanqueidade	Eliminação dos fluxos entre setores ou zonas piezométricas	Cadastro técnico, GIS, ensaios em campo
Macromedição inexistente ou deficiente	Instalação de macromedidores, substituição ou adequação de macromedidores, calibração periódica	Cadastro técnico, ensaios de pitometria
Inexistência de hidrômetro	Instalação de hidrômetro	Cadastro comercial
Supervisão inexistente	Monitoramento (nível, pressão, vazão) de pontos estratégicos ou críticos da rede	Equipamentos registradores, ensaios pitométricos, telemetria
Informações inexistentes ou desorganizadas	Sistema informatizado e atualizado	Monitoramento, GIS, indicadores
Inexistência de diagnóstico	Elaboração de diagnóstico operacional e comercial	Ensaio em campo, análises de dados, balanço hídrico, indicadores
Gestão operacional ou comercial inadequadas	Elaboração de balanços hídricos, sistemas informatizados, relatórios gerenciais, definição de metas	Indicadores, tendências, referenciais comparativos
<b>QUALIFICAÇÃO - MATERIAIS E MÃO DE OBRA</b>		
Materiais e ferramentas inadequados	Registro de falhas, melhoria das especificações, maior rigor nas inspeções	Especificações, normas
Mão de obra despreparada	Treinamento, certificação profissional	Centros de treinamento, sistema de qualificação e certificação
Execução mal feita dos serviços	Fiscalização, controle tecnológico	Especificações, normas
Problemas com subcontratadas	Fiscalização, treinamento, certificação profissional	Contratos, especificações
Problemas no recebimento de obras e serviços	Fiscalização, ensaios hidrostáticos, análises de amostras	Contratos, especificações, normas
<b>COMBATE ÀS PERDAS REAIS</b>		
Pressão alta	Setorização, instalação de VRPs	Cadastro técnico, GIS, monitoramento, modelagem
Pressão baixa nos pontos mais elevados	Instalação de <i>boosters</i> (rotação variável)	Cadastro técnico, GIS, monitoramento, modelagem
Grande variação da pressão ao longo do dia	Substituição de redes, instalação de VRPs “inteligentes”	Cadastro técnico, GIS, monitoramento, modelagem
Vazamentos visíveis nas redes	Reparo ágil, redução de pressão, substituição de tubulação	Telefone 195, mapeamento, indicadores, modelagem
Vazamentos visíveis nos ramais	Substituição ágil do ramal, redução de pressão	Telefone 195, mapeamento, indicadores, modelagem
Vazamentos não visíveis nas redes	Pesquisa de vazamentos, reparo, redução de pressão, substituição de tubulação	Mapeamento, indicadores, modelagem
Vazamentos não visíveis nos ramais	Pesquisa de vazamentos, substituição do ramal, redução de pressão	Mapeamento, indicadores, modelagem
Vazamentos inerentes nas redes	Substituição de redes, redução de pressão	Ensaio de campo, modelagem
Vazamentos inerentes nos ramais	Substituição do ramal, diminuição de juntas, redução de pressão	Ensaio de campo
Extravasamento de reservatórios	Controle de nível d’água	Monitoramento, telemetria, telecomando

**Quadro 2 – Soluções para os problemas de perdas (continuação)**

COMBATE ÀS PERDAS APARENTES		
Hidrômetro quebrado ou com problemas	Troca corretiva	Telefone 195, cadastro comercial
Submedição elevada	Troca preventiva otimizada, desinclinação, desenvolvimento tecnológico dos hidrômetros	Gestão comercial, ensaios de bancada, normas
Fraudes e ligações clandestinas	Inspeção e penalização	Canal de denúncia, gestão comercial e dos consumos
Falhas do sistema comercial	Auditorias, melhorias no sistema, modernização de processos	Gestão comercial
Gestão deficiente dos grandes clientes	Adequação de medidores, troca preventiva mais frequente	Telemetria, gestão comercial

## DIAGNÓSTICOS

Os diagnósticos operacionais de um sistema de distribuição de água podem ser feitos em vários níveis.

Num primeiro nível, envolvem diversos indicadores operacionais e sua comparação com padrões internacionais (ou nacionais), de forma a enquadrá-los nas faixas situacionais correspondentes. Nesse sentido, o quadro recentemente desenvolvido pela European Commission (2015), adaptado e ampliado pelo autor, dá uma contextualização do sistema em questão (Quadro 3). Sua aplicação por qualquer companhia ou operadora de água serve para orientar as ações ou mesmo uma estruturação de ações no corpo de um Programa de Controle de Perdas.

Por sua vez, o Quadro 4, desenvolvido pelo Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) (KINGDOM, 2006), dá base para o enquadramento situacional, com vistas às perspectivas futuras (definição de metas) para as perdas reais, em que entram em cena a caracterização do país em termos de nível de desenvolvimento e as pressões médias reinantes.

Outros tipos de diagnóstico operacional envolvem:

- ensaios de campo, para a determinação das perdas e das causas predominantes na área (pitometria, registradores de dados);
- levantamento de indicadores específicos, em áreas geralmente menores, para composição de um “mosaico” em um setor ou num conjun-

to de setores, identificando aqueles mais críticos e possibilitando a priorização das ações. No caso de vazamentos em redes e ramais, a utilização dos referenciais mundiais da IWA (13 vazamentos/100 km.ano para redes e 3 vazamentos/1.000 ligações.ano para ramais) constitui ferramenta vigorosa na priorização das ações de renovação das tubulações ou na orientação das pesquisas de vazamentos não visíveis (SILVA JR, 2015).

No contexto do diagnóstico operacional, vale destacar um ponto importante, que se refere à caracterização dos vazamentos. Existem três tipos de vazamento:

- os visíveis (vazões geralmente mais altas), que afloram à superfície das ruas;
- os não visíveis (predominantemente médias vazões), que são possíveis de ser detectados por meio das pesquisas acústicas, atividade rotineira nas companhias ou operadoras de água;
- os não visíveis (baixas vazões), não detectáveis pelos equipamentos de pesquisa acústica, denominados “vazamentos inerentes”.

Infelizmente, os vazamentos visíveis representam pouco na totalização dos volumes perdidos; a grande maioria dos vazamentos nas redes e ramais não aflora à superfície! Por sua vez, os ramais prediais são os pontos mais frágeis da rede de distribuição, verificando-se a ocorrência do maior número de falhas e do maior volume perdido.



**Quadro 3 – Informações de contexto**

PARÂMETRO	UNIDADE DE MEDIDA	DESCRIÇÃO DO PORTE DO SISTEMA				
		Muito Pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito Grande
Ligações	Número	< 3 mil	3 mil a 30 mil	30 mil a 300 mil	300 mil a 3 milhões	> 3 milhões
Densidade de Ligações	Nº por km de rede	< 20	20 a 30	30 a 50	50 a 70	> 70
Comprimento Médio de Rede	Metros por ligação	< 4	4 a 8	8 a 12	12 a 16	> 16
PARÂMETRO OU INFORMAÇÃO DE CONTEXTO	UNIDADE DE MEDIDA	INDICADOR DE PERFORMANCE OU DESCRIÇÃO DA INFORMAÇÃO DE CONTEXTO				
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
Pressão Média do Sistema	mca	< 30	30 a 40	40 a 50	50 a 60	> 60
Vazamentos Visíveis ou Não Visíveis em Rede	Vazamentos/100 km. ano	< 7	7 a 10	10 a 15	15 a 20	> 20
Rede - Tempo Médio para o Reparo de Vazamento	Dia	< 1	1 a 2	2 a 4	4 a 8	> 8
Vazamentos Visíveis ou Não Visíveis em Ramal	Reparos/1.000 ramais. ano	< 3	3 a 4	4 a 7	7 a 10	> 10
Ramal - Tempo Médio para o Reparo ou Troca	Dia	< 2	2 a 4	4 a 8	8 a 16	> 16
Controle Ativo de Vazamentos	% rede pesquisada.ano	< 10%	10 a 30%	30 a 70%	70 a 90%	> 90%
Renovação de Redes	% extensão de rede. ano	< 0,3%	0,3 a 0,5%	0,5 a 1,5%	1,5 a 2,0%	> 2,0%
Macromedição	% volumes disponibilizados	< 70%	70 a 80%	80 a 90%	90 a 98%	> 98%
Calibração dos Macromedidores	% medidores calibrados	< 70%	70 a 80%	80 a 90%	90 a 98%	> 98%
Hidrometração	% ligações ativas	< 70%	70 a 80%	80 a 90%	90 a 98%	> 98%
Idade Média dos Hidrômetros	Ano	< 3	3 a 5	5 a 8	8 a 10	> 10
Constatação de Fraude	% das inspeções	< 10%	10 a 20%	20 a 30%	30 a 40%	> 40%
INDICADOR	UNIDADE DE MEDIDA	INDICADOR DE PERFORMANCE				
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
Índice de Vazamentos da Infraestrutura - IVI	Adimensional	< 1,5	1,5 a 2,0	2,0 a 4,0*	4,0* a 8,0*	> 8,0*
Índice de Perda Aparente - IPA**	Adimensional	< 2,0*	2,0* a 3,0*	3,0* a 5,0*	5,0* a 8,0*	> 8,0*
Índice de Perdas Totais na Distribuição - IPD	L/ligação.dia	< 100	100 a 150	150 a 250	250 a 500	> 500
Índice de Águas Não Faturadas - IANF	%	< 15%	15 a 25%	25 a 35%	35 a 45%	> 45%

\* Limites para esses parâmetros são provisórios e sujeitos a posterior checagem ou revisão

\*\* Para sistemas de abastecimento com predominância de caixas d'água domiciliares

**Quadro 4 – Sistema de bandas do BIRD.**

Categoria de Performance Técnica	IVI 10 mca	Perdas Reais, em L/ramal.dia, quando o sistema está pressurizado, com pressão média de:				
		20 mca	30 mca	40 mca	50 mca	
Países Desenvolvidos	A	1 - 2	< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4	50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8	100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8	> 200	> 300	> 400	> 500
Países em Desenvolvimento	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800

**A** - Redução de perda adicional pode não ser econômica, a não ser que haja insuficiência de abastecimento; são necessárias análises mais criteriosas para identificar o custo de melhoria efetiva

**B** - Potencial para melhorias significativas; considerar o gerenciamento de pressão, práticas melhores de controle ativo de vazamentos e uma melhor manutenção da rede

**C** - Registro deficiente de vazamentos; tolerável somente se a água é abundante e barata; mesmo assim, analise o nível e a natureza dos vazamentos e intensifique os esforços para a redução dos vazamentos

**D** - Uso muito ineficiente dos recursos; programa de redução de vazamentos é prioritário



## ESTRUTURAÇÕES E CONTINUIDADE DAS AÇÕES

O combate às perdas nas companhias ou operadoras de água normalmente é estruturado na forma de um programa, composto por um rol de ações operacionais e estruturais. Tal programa deve ter como suporte análises específicas ou diagnósticos que definiram ser aquelas ações, naqueles lugares e naqueles quantitativos, as que irão proporcionar os melhores resultados na queda dos indicadores de perdas ao longo dos anos, até o horizonte de planejamento estipulado.

Uma dificuldade ainda existente na formulação dos Programas de Controle de Perdas é a avaliação dos resultados decorrentes daquele conjunto de ações proposto: se todas as ações programadas forem feitas no tempo estipulado, para quanto cairá o índice de perdas, ou seja, a meta proposta será atingida? Infelizmente, dadas as variáveis e as incertezas agregadas, os modelos conceituais existentes ainda não fornecem essas respostas com algum nível de precisão, fragilizando o processo de planejamento. A melhor forma de superar essa dificuldade é, assumindo algumas hipóteses e definindo as metas, fazer o acompanhamento regular dos resultados e, no fim do ano, após análises técnicas, efetuar ajustes nas ações ou mesmo reavaliação das metas.

Até “quanto” se deve perseguir a redução de perdas? Foi definido anteriormente o “limite técnico” para as perdas em um dado local (perdas “inevitáveis”), mas existe outro limite, quase sempre acima daquele, que é o “limite econômico”, ou seja, há um ponto em que os custos para reduzir as perdas (no caso deste exemplo, as reais) superam os custos de produção e distribuição de água (ou os custos marginais para o desenvolvimento de um novo sistema produtor de água). Não é um cálculo simples e é bastante dependente de condicionantes regionais.

A experiência observada na implementação e operacionalização de Programas de Combate às Perdas mostra que nos primeiros anos os resulta-

dos são animadores; depois, a cada ano que passa, são mais lentos e as ações requeridas ficam mais caras (incremento da atividade de renovação de infraestrutura). Um bom exemplo relativo aos “tempos” é o caso de Tóquio (SHIMOMURA, 2013), em que o indicador de perdas<sup>2</sup> caiu de 80% para 20% em dez anos e de 20% para 3% em 60 anos!

Outro exemplo, de alguma forma associado ao que foi descrito no parágrafo anterior, é um programa que vinha sendo bem conduzido, com resultados favoráveis, mas que, por alguma contingência financeira ou administrativa da companhia, teve descontinuidade em algumas ações importantes. Constata-se que, em apenas um ano ou fração disso, se perde o trabalho de vários anos, gerando desgastes e desânimos nas equipes operacionais e gerenciais.

Desses fatos, podem-se extrair as seguintes lições:

- o combate às perdas não deve ser uma ação esporádica, pois os eventuais resultados positivos, se conseguidos em curto prazo, não se manterão;
- os Programas de Controle de Perdas têm, obrigatoriamente, um caráter de persistência e permanência, com planejamento, execução e gestão rigorosos.

Pode parecer, à primeira vista, que a formatação de um Programa de Controle de Perdas deve requerer bases tecnológicas, ferramentais e logísticas sofisticadas. Esse tipo de pensamento parece pressupor, também, que atividades de controle de perdas dizem respeito apenas às grandes companhias de saneamento. Isso só desestimula a percepção de que o que se propõe é a adequada operação e a manutenção dos sistemas de água, o que vale para grandes, médias e pequenas empresas na prestação de serviços de abastecimento de água à população, independentemente do ferramental utilizado. Imprescindível, nesse contexto, é contar com mão de obra treinada e comprometida.

<sup>2</sup> O indicador de perdas no Japão, pelo conceito específico lá adotado, praticamente representa apenas as perdas reais.

sada, além de materiais qualificados, de forma a garantir a permanência dos resultados, eliminar retrabalhos e evitar desperdícios de recursos.

Em vista disso, a melhor forma de avançar nessa melhoria operacional é trabalhar de forma gradual, ca-

librando os passos e mudando de patamar à medida que as condições técnicas e econômico-financeiras assim o permitirem. As propostas contidas no Quadro 5 materializam essa gradualidade das ações de combate às perdas em qualquer companhia ou operadora de água (RODRIGUES DA COSTA, 2013).

**Quadro 5 – Escalonamento das intervenções.**

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
<b>Cadastro Técnico</b>	Plantas cadastrais com a localização das redes de distribuição e outras informações básicas, como diâmetro, extensão, idade e topografia. Informações de campo, como limite de setor, interligações, localização de <i>boosters</i> e VRPs.	Informações básicas confiáveis, com definição dos setores de abastecimento e zonas de pressão. Incluir no processo a sistemática de atualização cadastral para eliminação de inconsistências.	Informações georreferenciadas (GIS) para toda a malha de distribuição, contendo todos os setores de abastecimento, zonas de pressão, DMCs e Distritos de Manobra cadastrados. Correlação do cadastro técnico com sistemas operacionais e de manutenção, propiciando a geração de mapas temáticos e exportação de dados para elaboração de modelos hidráulicos.
<b>Macromedição</b>	Macromedição nos setores de abastecimento (reservatórios, derivação em marcha), com macromedidor dimensionado de acordo com a faixa de vazão e aferido.	Macromedidores instalados nas alças das redes de distribuição, possibilitando o controle da vazão mínima noturna. Implantar programa de aferição sistemática dos macromedidores.	Monitoramento contínuo do sistema de macromedição totalmente telemetrizado. Setores subdivididos em DMCs macromedidos e telemetrizados, propiciando o monitoramento contínuo da vazão. Utilização de cartas de controle (CEP), no monitoramento das vazões.
<b>Gerenciamento de Pressão</b>	Garantia da pressão mínima nos pontos críticos de abastecimento. Instalação de VRPs, possibilitando a equalização de pressão principalmente nos horários de maior consumo.	Instalação de VRPs com controladores eletrônicos que possibilitam a equalização de pressão de acordo com a variação de consumo. Implantar o gerenciamento de pressão em sistemas de bombeamento, por intermédio da utilização de inversores de frequência. Monitoramento dos sistemas de bombeamento, VRPs e pontos críticos.	Implantação de estudos de setorização, para equalização de pressão. Monitoramento e controle de todos os equipamentos ( <i>boosters</i> e VRPs) e pontos críticos de abastecimento. Utilização de cartas de controle (CEP), no monitoramento das pressões.
<b>Controle Ativo de Vazamentos</b>	Campanha de pesquisa de vazamentos, com equipe capacitada e engajada. Pesquisas de vazamentos não visíveis no período noturno.	Estudo criterioso para a priorização de áreas com utilização de mapas temáticos e vazão mínima noturna. Tecnologias de pesquisa de vazamentos adequadas a cada situação. Controle de produtividade das equipes de pesquisa.	Utilização de indicadores de performance por áreas de pesquisa - carta de controle. Exigência de certificação profissional das equipes de pesquisa. Ação de pesquisa de vazamento conjunta, com a renovação de estrutura e controle de pressão.
<b>Agilidade e Qualidade dos Reparos</b>	Canal de atendimento telefônico para reclamações e comunicação de vazamentos. Prazo para o reparo compatível com a realidade da empresa. Forma de atuação diferenciada por modalidade (ramal - rede).	Central de atendimento telefônico adequadamente dimensionada. Equipes dimensionadas e capacitadas para execução dos vazamentos com qualidade e agilidade. Implantação do registro de falhas, para diminuição de reincidências.	Sistemas informatizados e integrados para acatamento, programação e controle da execução dos vazamentos. Controle tecnológico dos serviços executados. Exigência de certificação profissional para a execução dos serviços.
<b>Gerenciamento da Infraestrutura</b>	Garantia da qualidade dos materiais, ferramentas e equipamentos. Garantia da qualidade da mão de obra e da implantação da infraestrutura. Análise do histórico de problemas e renovação da infraestrutura em pontos críticos.	Execução de testes de estanqueidade no recebimento de novas tubulações ou serviços de manutenção. Implantação de centros de treinamento e capacitação da mão de obra própria ou terceirizada. Implantação de um programa sistemático de substituição ou restauração da infraestrutura existente, com base em diagnóstico de incidências de rupturas e vazamentos.	Renovação de estrutura que integre as questões de perdas, garantia do abastecimento e da qualidade da água. Utilização de modelos hidráulicos e mapas temáticos na definição dos trechos críticos. Exigência de certificação profissional para a implantação ou substituição de estruturas. Implantação de um programa de gestão de ativos.
<b>Redução de Perdas Aparentes</b>	Cadastro comercial confiável. Hidrometração integral das ligações. Conscientização da população para a questão das fraudes.	Cadastro comercial informatizado. Gestão da hidrometria, com troca periódica dos hidrômetros. Combate às fraudes. Ações junto às prefeituras para a regularização de favelas.	Cadastro comercial informatizado e integrado ao GIS. Telemetria de grandes consumidores. Programa otimizado de substituição de hidrômetros. Intensificação do combate às fraudes. Regularização de ligações em favelas.

Os Programas de Controle de Perdas devem fazer parte do planejamento estratégico (ou qualquer tipo de planejamento) das companhias ou operadoras, ter seus orçamentos definidos e adequados, ser “comprados” pela alta administração e compromissados com todo o corpo funcional da companhia, inclusive as empresas terceirizadas.

### AS CRISES HÍDRICAS E AS PERDAS

Nesses últimos anos, e ainda no momento presente, a região Sudeste do Brasil enfrenta séria crise hídrica, decorrente de precipitações abaixo das médias ou mesmo abaixo das mínimas históricas observadas. Crises hídricas são normais em todo o mundo, em qualquer tempo, e não é prática comum de engenharia prover sistemas de água (ou qualquer outro caso) com “risco zero” para superar impunemente os efeitos dessas crises, pelos elevados custos requeridos. O diferencial reside na forma de fazer a gestão dos recursos hídricos antes e durante as crises.

Obviamente, a questão das perdas nos sistemas de água (especialmente as reais) está inserida no problema e faz parte do conjunto de ações para mitigar os déficits do suprimento de água, com obras ou serviços emergenciais, campanhas para a redução do consumo, penalizações nos casos de consumos abusivos e intensificação do reúso.

As perdas são destacadas na mídia, com profusão de números e gráficos, opinião de especialistas e reportagens mostrando vazamentos (alguns, cinematográficos!) e água limpa escorrendo pelas sarjetas, tentando demonstrar ineficiências da companhia de saneamento e cobrando atuação ágil no reparo dos vazamentos. Essa situação, de fato, exige ações rápidas e que proporcionem resultados em curto prazo na redução das perdas. Assim, daquele conjunto de ações possíveis, devem ser intensificadas, prioritariamente, as seguintes:

- agilidade no reparo dos vazamentos visíveis e não visíveis; no caso de ramais, substituí-los, em vez de repará-los;
- pesquisa de vazamentos não visíveis (detecção acústica);
- redução de pressão (especialmente no período noturno), por meio de regulagens nas VRPs ou *boosters*, manobras operacionais ou mesmo a implantação de novos equipamentos, onde for possível;
- coibição de fraudes e ligações clandestinas.

A área de engenharia deve lançar mão de tudo que puder para elaborar os diagnósticos e análises, inclusive a modelagem matemática da rede de distribuição (SOARES, 2015). Nesse caso, eventuais substituições de redes que se mostrarem mais adequadas para a redução de vazamentos e a estabilização das pressões ao longo do dia devem ser priorizadas.

Como se sabe, a redução almejada das vazões no sistema de distribuição pode gerar “efeitos colaterais”, que vão contra o faturamento e mesmo contra a pretendida redução das perdas. Por exemplo:

- a redução de consumo aumenta a submedição nos hidrômetros (impacto nas finanças da companhia);
- ao longo do processo de redução de consumos, a troca de hidrômetros pode gerar resultados negativos (SOARES, 2015);
- a penalização por consumos excessivos ou mesmo a concessão de bônus para quem reduzir o consumo torna mais “atrativa e compensadora” a execução de fraudes nas ligações.

No caso de a crise se prolongar e for necessário o racionamento de água, as duas soluções possíveis, rodízio no abastecimento e imposição de quota de consumo mensal, são problemáticas no que se refere às perdas, sendo a realização dos rodízios no abastecimento a mais nefasta (CHARALAMBOUS, 2014)!

É importante ao corpo técnico das companhias, ao vivenciar tal situação transitória de emergência, extrair lições e ensinamentos, que devem ser aplicados posteriormente no dia a dia da operação e manutenção dos sistemas e nas futuras crises.

## AS PERDAS NO BRASIL E NO MUNDO

Além dos dados das próprias empresas ou operadoras de saneamento, as informações sobre os indicadores de perdas no Brasil (entre outras do setor de saneamento) são consolidadas e disponibilizadas anualmente pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades (MC). As variáveis são coletadas em formulário específico e o MC gera os indicadores. As informações são prestadas pelas companhias de saneamento e não são auditadas.

O último relatório disponível do SNIS tem como base o ano de 2013, em que se verifica que a

média do indicador de perdas da distribuição no Brasil era de 37% (SNIS, 2013). Desse relatório, extraiu-se o conteúdo da Tabela 2, com informações sobre as capitais dos estados brasileiros e outras cidades selecionadas. Para não citar somente os indicadores de perdas, colocaram-se também outras importantes informações de contexto, como a população atendida com água, o número de ligações ativas de água, o índice de macromedicação e o índice de hidromedicação (seria importante também o dado sobre a pressão média do sistema, mas essa informação não está disponibilizada). Os indicadores de perdas apontados referem-se às perdas de faturamento (%), em que se consideram os volumes faturados (incorporam o faturamento mínimo de 10 m<sup>3</sup>/mês, de acordo com regra tarifária), e às perdas na distribuição, em que se consideram os volumes efetivamente micromedidos, em % e em L/ligação.dia.

**Tabela 2 – Dados de perdas de cidades do Brasil – SNIS.**

Local	Operadora	Contexto				Indicadores de Perdas		
		AG001 - População Atendida (hab.)	AG002 - Ligações Ativas (nº)	IN011 - Índice de Macromedicação (%)	(*) Índice de Hidromedicação (%)	IN013 - Índice de Perdas de Faturamento (%)	IN049 - Índice de Perdas na Distribuição (%)	IN051 - Índice de Perdas por Ligação (L/lig.dia)
Limeira (SP)	FOZ DE LIMEIRA	291.748	95.710	100,0	100,0	9,4	14,5	98,7
Lins (SP)	SABESP	74.366	28.472	100,0	100,0	8,0	16,4	106,1
Três Lagoas (MS)	SANESUL	104.024	41.294	80,7	98,5	19,8	20,3	117,4
Franca (SP)	SABESP	336.734	120.670	100,0	100,0	13,2	23,7	144,5
Maringá (PR)	SANEPAR	385.753	120.139	100,0	100,0	10,9	22,5	152,8
Goiânia (GO)	SANEAGO	1.388.304	461.086	99,6	94,1	33,7	21,3	164,9
Cach. de Itapemirim (ES)	FOZ DE CACHOEIRO	205.048	52.931	94,9	99,9	12,4	23,9	169,0
Campinas (SP)	SANASA	1.119.836	310.426	100,0	100,0	14,9	19,2	186,2
Blumenau (SC)	SERVIÇO AUTÔNOMO	300.006	82.097	87,1	99,9	15,1	25,3	206,4
Linhares (ES)	SERVIÇO AUTÔNOMO	136.227	32.214	0,7	100,0	12,3	23,5	206,8
Campo Grande (MS)	ÁGUAS GUARIROBA	819.012	245.317	95,9	100,0	23,8	27,7	212,8
Presidente Prudente (SP)	SABESP	218.960	78.021	100,0	100,0	21,1	29,3	217,0
Petrópolis (RJ)	ÁGUAS DO IMPERADOR	276.360	51.423	100,0	99,9	22,9	32,1	262,1
Ponta Grossa (PR)	SANEPAR	331.084	101.479	100,0	100,0	24,1	38,0	262,3
São Caetano do Sul (SP)	DEPTO. MUNICIPAL	156.362	36.847	99,8	100,0	21,0	19,9	264,6
Palmas (TO)	SANEATINS	232.084	83.015	100,0	100,0	27,5	35,4	266,8
Feira de Santana (BA)	EMBASA	554.590	148.857	100,0	98,4	30,6	47,0	293,9
Anápolis (GO)	SANEAGO	351.145	113.737	74,3	93,3	42,7	42,7	301,7
Brasília (DF)	CAESB	2.739.545	616.298	92,9	99,9	26,9	27,3	314,2

Tabela 2 – Dados de perdas de cidades do Brasil – SNIS (continuação).

Local	Operadora	Contexto				Indicadores de Perdas		
		AG001 - População Atendida (hab.)	AG002 - Ligações Ativas (nº)	INO11 - Índice de Macromedição (%)	(*) Índice de Hidromederação (%)	INO13 - Índice de Perdas de Faturamento (%)	INO49 - Índice de Perdas na Distribuição (%)	INO51 - Índice de Perdas por Ligação (L/lig.dia)
Rondonópolis (MT)	SERVIÇO AUTÔNOMO	208.019	61.572	100,0	98,2	43,8	32,3	314,9
Foz do Iguaçu (PR)	SANEPAR	263.508	78.083	100,0	100,0	30,3	37,0	318,0
Betim (MG)	COPASA	386.036	112.289	100,0	100,0	36,4	38,8	324,4
Cabo Frio (RJ)	PROLAGOS	140.733	55.426	100,0	94,4	18,4	42,7	326,1
Ribeirão Preto (SP)	DEPTO. MUNICIPAL	647.713	186.110	100,0	100,0	29,7	25,0	329,0
São José do Rio Preto (SP)	SERVIÇO AUTÔNOMO	4.045.526	124.586	100,0	100,0	26,6	32,4	331,3
Juazeiro do Norte (CE)	CAGECE	244.839	79.148	zero	99,5	33,2	46,9	336,0
Londrina (PR)	SANEPAR	537.566	154.945	100,0	100,0	28,6	35,8	336,8
Juiz de Fora (MG)	CESAMA	534.714	125.808	92,3	100,0	28,0	34,0	339,6
Campina Grande (PB)	CAGEPA	400.002	115.933	95,6	99,0	39,5	40,3	346,4
Uberlândia (MG)	DEPTO. MUNICIPAL	646.673	175.331	100,0	100,0	24,8	28,9	348,5
Uberaba (MG)	C. O. DES. E SANEAMENTO	312.206	100.871	84,8	98,6	30,9	36,7	348,9
São José dos Campos (SP)	SABESP	673.255	178.550	100,0	100,0	29,9	36,0	352,5
Caxias do Sul (RS)	SERVIÇO AUTÔNOMO	441.471	122.461	100,0	100,0	53,5	40,1	364,4
Fortaleza (CE)	CAGECE	2.320.857	632.789	100,0	100,0	30,8	42,0	368,5
Petrolina (PE)	COMPESA	239.848	65.747	100,0	97,5	35,4	46,3	381,7
Araraquara (SP)	DEPTO. MUNICIPAL	216.316	89.267	90,2	100,0	39,8	39,8	399,5
Novo Hamburgo (RS)	SERVIÇO AUTÔNOMO	207.459	52.643	99,9	98,5	44,5	42,3	402,4
Porto Alegre (RS)	DEPTO. MUNICIPAL	1.467.816	284.582	71,1	96,2	35,7	26,3	405,3
João Pessoa (PB)	CAGEPA	733.346	185.689	87,5	95,6	40,0	39,9	407,6
Jundiá (SP)	DAE	387.142	105.848	99,8	100,0	30,9	35,1	411,2
Santos (SP)	SABESP	433.023	66.933	100,0	100,0	15,7	20,8	417,2
Curitiba (PR)	SANEPAR	1.848.946	464.179	100,0	100,0	30,1	39,3	418,3
São Paulo (SP)	SABESP	11.727.298	2.851.875	100,0	100,0	29,2	35,8	427,0
Santa Maria (RS)	CORSAN	261.221	60.978	ND	98,4	53,1	38,6	431,1
Belo Horizonte (MG)	COPASA	2.479.165	578.160	100,0	100,0	34,0	36,5	438,0
Bauri (SP)	DEPTO. MUNICIPAL	353.113	129.221	100,0	100,0	42,5	46,1	456,1
Niterói (RJ)	ÁGUAS DE NITERÓI	494.200	87.540	100,0	89,3	15,9	26,5	465,4
Teresópolis (RJ)	CEDAE	148.127	27.807	zero	99,0	30,5	30,5	492,1
Governador Valadares (MG)	SERVIÇO AUTÔNOMO	274.092	82.330	95,0	99,5	42,1	49,5	504,0
Recife (PE)	COMPESA	1.327.300	306.103	97,1	87,0	37,8	49,8	513,7
Volta Redonda (RJ)	SERVIÇO AUTÔNOMO	261.403	75.266	92,8	99,2	40,8	40,9	524,6
Joinville (SC)	CIA. ÁGUAS DE JOINVILLE	538.420	137.832	100,0	100,0	40,6	47,0	569,1
Teresina (PI)	AGESPISA	776.233	241.618	89,4	95,2	48,5	53,7	578,0
Belém (PA)	COSANPA	859.595	187.547	29,3	50,8	40,7	48,1	583,7
Florianópolis (SC)	CASAN	453.285	95.104	2,9	97,4	24,6	33,7	612,8
Vitória (ES)	CESAN	335.664	56.897	100,0	88,1	23,1	29,8	621,7
Natal (RN)	CAERN	809.455	196.424	59,5	85,6	45,9	54,9	653,5
Mossoró (RN)	CAERN	262.780	66.894	37,9	57,6	53,7	60,6	666,2
Boa Vista (RR)	CAER	301.957	77.567	58,5	66,9	53,9	54,5	673,3
Quixeramobim (CE)	SERVIÇO AUTÔNOMO	55.686	17.476	96,6	99,7	55,4	64,8	683,6
Manaus (AM)	MANAUS AMBIENTAL	1.641.405	360.249	100,0	83,2	70,2	48,2	747,2
Aracaju (SE)	DESO	609.456	174.192	100,0	99,3	48,4	54,8	749,1
Rio de Janeiro (RJ)	CEDAE	5.874.342	992.693	99,5	69,2	52,1	28,5	804,3
Salvador (BA)	EMBASA	2.694.672	502.455	93,7	92,3	50,0	52,4	841,8

**Tabela 2** – Dados de perdas de cidades do Brasil – SNIS (continuação).

Local	Operadora	Contexto				Indicadores de Perdas		
		AG001 - População Atendida (hab.)	AG002 - Ligações Ativas (nº)	IN011 - Índice de Macromedicação (%)	(*) Índice de Hidromederação (%)	IN013 - Índice de Perdas de Faturamento (%)	IN049 - Índice de Perdas na Distribuição (%)	IN051 - Índice de Perdas por Ligação (L/lig.dia)
Maceió (AL)	CASAL	943.410	134.839	57,4	87,5	59,5	61,3	914,5
Rio Branco (AC)	DEPASA	174.915	46.139	97,1	72,4	60,2	60,2	927,5
São Luís (MA)	CAEMA	950.147	201.350	zero	27,5	67,2	67,2	1.272,0
Cuiabá (MT)	CAB CUIABÁ	530.095	138.645	65,0	85,1	62,9	67,3	1.289,0
Porto Velho (RO)	CAERD	149.244	36.428	zero	81,4	68,9	70,3	1.709,0
Macapá (AP)	CAESA	169.745	39.379	zero	30,0	73,9	73,6	2.731,0

(\*) AG004(Ligações ativas micromedidas)/AG002(Ligações ativas)

Em termos de expectativas no Brasil, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013) propôs metas para o indicador de perdas na distribuição para cada região, conforme mostrado na Tabela 3. Dado o quadro atual do país, é cabível a preocupação se os recursos requeridos para atingir as metas previstas serão adequadamente provisionados.

**Tabela 3** – Metas do PLANSAB.

Região	Metas - Índice de Perdas na Distribuição (%)			
	2010	2018	2023	2033
Norte	51	45	41	33
Nordeste	51	44	41	33
Sudoeste	34	33	32	29
Sul	35	33	32	29
Centro-Oeste	34	32	31	29
Brasil	39	36	34	31

Por sua vez, a Tabela 4 reúne informações sobre o indicador de perdas em algumas cidades do mundo (SWAN, 2011; GIESEMANN, 2014; BETTIG, 2012).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou identificar os elementos mais importantes para a qualificação e estruturação de Programas de Controle de Perdas nas redes de distribuição de água, à luz de conceitos e metodologias atualmente em uso.

A grande maioria desses conceitos e metodologias é de desenvolvimento recente, fruto de profícuo trabalho elaborado pela IWA. Às companhias ou operadoras de água, cabe trazer subsídios ao aprimoramento das metodologias, uma vez que

**Tabela 4** – Indicadores de perdas de várias cidades do mundo.

Índice de Perdas (%)									
Até 10%		Entre 10 e 20%		Entre 20 e 30%		Entre 30 e 40%		Acima de 40%	
Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)
Melbourne	3,0	Milão	10,4	Oslo	22,0	Guadalajara	33,7	Bogotá	41,0
Copenhague	4,0	Madrid	12,0	Chicago	24,0	Bangkok	34,0	Glasgow	44,0
Singapura	4,0	Genebra	13,7	Hong Kong	25,0	Nairobi	34,0	Hanoi	44,0
Amsterdan	6,0	Estocolmo	15,0	Santiago	25,0	Kuala Lumpur	35,0	Bucaresta	46,0
Osaka	7,0	Budapeste	16,5	Seul	25,0	Nápoles	35,0	Jakarta	51,0
Tóquio	8,0	Helsinque	17,0	Londres	28,0	Bangalore	36,0	Delhi	53,0
Viena	8,5	Shangai	17,0	Istambul	30,0	Cid. do México	37,0	B. Aires (2)	43,4
Nova York	10,0	Pequim (1)	18,0			Lima	37,0		
		Barcelona	19,0			Roma	37,8		
		Varsóvia	20,0			São Paulo	38,0		
						Dublin	40,0		
						Montreal	40,0		

Fontes: (1) Giesemann and Ping, 2014; (2) Bettig, 2012



são um perfeito e permanente laboratório em escala 1:1.

Há um longo caminho a percorrer na redução e controle das perdas no Brasil, a despeito de significativos avanços obtidos em várias localidades. Esperam-se progressos pelo setor produtivo (já em curso) na constituição, resistência e trabalhabilidade das tubulações de água de redes e ramais, bem como na concepção dos medidores de água (afinal, as duas mais importantes “origens” das perdas), além da adequada aplicação desses desenvolvimentos pelas companhias ou operadoras de água e suas subcontratadas.

Para concluir, fica o registro de uma resposta dada pelo engenheiro britânico Allan Lambert, integrante dos grupos de trabalho da IWA e a maior autoridade mundial nas questões ligadas às perdas reais. Perguntado sobre qual a melhor forma de reduzir e controlar as perdas de água e os passos requeridos, ele disse (LAMBERT, 2013):

O primeiro passo é ser honesto e admitir que você tem um problema; daí então começar a quantificar esse problema e priorizar a sequência mais adequada de ações para a situação de cada sistema. Não tenha medo de ouvir e aprender a partir da experiência da sua equipe e de outras pessoas. Não há ‘tiro certo’, nem soluções mágicas, somente progresso gradual obtido por métodos racionais, aplicados por profissionais dedicados, e apoiados por uma administração que verdadeiramente reconhece que a gestão das perdas é uma atividade contínua, e para sempre.

Assim, bem resumido...

## REFERÊNCIAS

- ALEGRE, H. et al. **Performance Indicators for Water Supply Services**, IWA Publishing, Second Edition, 2006
- BETTIG, A. P. **Estrategias para un Control Eficiente del Agua No Contabilizada - Experiencia AySA**; 18º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente, 2012
- CHARALAMBOUS, B. **The Hidden Costs of Resorting to Intermittent Supplies**, Lemos, Cyprus, 2014
- COMITÊ DA BACIA DO ALTO TIETÊ/FUSP. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**, São Paulo, 2009
- EUROPEAN COMMISSION - **Good Practices on Leakage Management - EU Reference Document**, 2015
- FRAUENDORFER, R. and LIEMBERGER, R. **The Issues and Challenges of Reducing Non-Revenue Water**, Asian Development Bank, 2010
- GIESEMANN, M. and PING, Z. S. **Non-Revenue Water Action Plan for Beijing**, IWA Waterloss – 2014, Vienna, 2014
- INSTITUTO ARAGONES DE ESTADISTICA. **Usos del Agua para Abastecimiento**, 2014
- KINGDOM, B. et al. **The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries – How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting**, Banco Mundial, 2006
- LAMBERT, A. **Don't Be Afraid to Listen to, Learn from Experiences of your Team and Other People (Interview)**, Water Loss Detectives, nº 5, March 2013
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**, 2013
- RODRIGUES DA COSTA Jr., N. **Combate às Perdas de Água - Unidade de Negócio Leste - SABESP**. 6º Encontro Técnico Interamericano de Alto Nível. AIDIS, São Paulo, 2013
- SHIMOMURA, M. **Sound Management for NRW Control – Turn a Vicious Circle into a Virtuous One**, Seminário SABESP, 2013
- SILVA Jr., E. G. e CABRAL, R. C. **Indicador de Vulnerabilidade da Infraestrutura - Uma Proposta para o Diagnóstico e Tomada de Decisões no Combate às Perdas Reais**, Revista Saneas, AESABESP, nº 55, Abril a Julho de 2015
- SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - Base 2013**, Ministério das Cidades, 2015
- SOARES, D. et al. **Desafios na Redução de Perdas de Água Frente à Crise Hídrica na Região Central de São Paulo**, Revista Saneas, AESABESP, nº 55, Abril a Julho de 2015
- SWAN – SMART WATER NETWORKS FORUM. **Stated Non Revenue Water Rates in Urban Networks – 2011**, 2011
- TARDELLI Fº, J. **Disponibilidade Hídrica e Controle de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água da RMSP - SABESP**. 6º Encontro Técnico Interamericano de Alto Nível. AIDIS, São Paulo, 2013