

CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

POSICIONAMENTO E CONTRIBUIÇÕES TÉCNICAS DA ABES

Revisão 1

19/10/2015

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES

CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

POSICIONAMENTO E CONTRIBUIÇÕES TÉCNICAS DA ABES

APRESENTAÇÃO

A ABES volta ao tema "Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água", reconhecendo a importância e o significado que o mesmo tem na gestão operacional e na sustentabilidade das operadoras dos serviços de água no Brasil.

Como nas outras oportunidades, este documento pretende incorporar os conhecimentos consagrados atuais e outros mais recentes, já que as discussões e descobrimentos nessa área ainda estão acontecendo no mundo, e submetê-los ao escrutínio do meio técnico nacional, não para se tornar uma verdade absoluta, mas para compor um referencial a partir do qual outros desenvolvimentos e desdobramentos irão se apoiar em um futuro próximo.

O momento também é mais do que oportuno para reavivar as discussões: os fenômenos climáticos que levaram importantes partes do Brasil a sofrer severa estiagem, ainda em curso, recomendam reflexões e troca de experiências entre os atores gerenciais e técnicos do setor, tanto públicos quanto privados, na busca de soluções sustentáveis para a gestão contínua dos operadores em favor da eficiência empresarial, em que uma das variáveis mais importantes é a redução e controle das perdas nos sistemas de água.

A ABES, cumprindo o seu histórico papel no setor de saneamento, entende que, apesar das recentes mudanças ocorridas no setor e os esforços que resultaram em alguns bons resultados de combate às perdas, o Brasil ainda se mantém em um nível abaixo do esperado em vista dos investimentos realizados e da competência técnica existente. Há muito que avançar ainda para a obtenção de índices de perdas que possam ser considerados razoáveis.

O texto-base foi redigido pelo Eng^o Jairo Tardelli Filho, sócio e colaborador da ABES; o documento final contou com valiosas contribuições oriundas do 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água, organizado pela ABES-RS (Porto Alegre, 13 e 14/07/2015), e com a colaboração dos engenheiros Álvaro José Menezes da Costa, Mário Augusto Baggio e Ricardo Röver Machado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. PADRÃO MUNDIAL DEFINIDO PELA IWA - CONCEITOS E INDICADORES.....	9
3. BOAS PRÁTICAS DA IWA - REVISÃO SUCINTA.....	21
4. BENCHMARKING.....	29
4.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.....	29
4.2. Comparações Internacionais.....	32
5. AS PERDAS NO CONTEXTO DA CRISE HÍDRICA.....	39
5.1. Abordagem Geral.....	39
5.2. Gestão de Crises Hídricas.....	41
5.3. Racionamento.....	43
6. INTERNALIZAÇÃO DO CONTROLE DE PERDAS.....	47
6.1. Planejamento Estratégico.....	47
6.2. Diagnóstico Operacional.....	48
6.3. Definição de Metas de Longo Prazo.....	49
6.4. Melhoria dos Projetos, Materiais, Metodologias e Tecnologias.....	52
6.5. Capacitação Profissional.....	53
6.6. Renovação de Ativos.....	55
6.7. Gradualidade das Intervenções.....	55
6.8. Confiabilidade das Estruturas.....	56
6.9. Análise Estatística das Variáveis e Indicadores.....	58
6.10. Volumes Recuperados nos Programas de Controle de Perdas.....	59
7. ESTRATÉGIAS DE IMPLANTAÇÃO E GESTÃO.....	61
7.1. Aspectos Institucionais.....	61
7.2. Estruturação e Gestão de Programas de Controle e Redução de Perdas.....	62
8. OS "20 MANDAMENTOS" DO CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS.....	67
9. O PAPEL DA ABES.....	69
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....	79
ANEXO 1.....	83
GLOSSÁRIO.....	87

SIGLAS E ABREVIATURAS

ABENDI – Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivo e Inspeção

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIDIS – Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

AWWA – American Water Works Association

BIRD – Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (Banco Mundial)

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BNH – Banco Nacional de Habitação

BSC – Balanced Scorecard

CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas

CEF – Caixa Econômica Federal

DMC – Distrito de Medição e Controle

EC – European Commission

EPA – Environmental Protection Agency

EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

ETA – Estação de Tratamento de Água

FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo

GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFC – International Finance Corporation

IPA – Índice de Perdas Aparentes

IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos (Portugal)

IVI – Índice de Vazamentos da Infraestrutura

IWA – International Water Association

JICA – Japan International Cooperation Agency

MASPP – Método de Análise e Solução de Problemas de Perdas

PDCA – Plan-Do-Check-Act

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento

PPP – Parceria Público-Privada

PVC – Cloreto de Polivinila

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SIBESA – Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SWAN – Smart Water Networks

VRP – Válvula Redutora de Pressão

WLSG – Water Loss Specialist Group

CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

POSICIONAMENTO E CONTRIBUIÇÕES TÉCNICAS DA ABES

1 - INTRODUÇÃO

É por todos sabida a importância do controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água.

As perdas de água constituem-se em um problema mundial, gerando baixas performances à grande maioria dos sistemas; porém, alguns países ou cidades, com planejamento, conhecimento, recursos e gestão, conseguiram atingir e manter baixos níveis de perdas nos seus sistemas.

As perdas de água não se apresentam apenas como um problema técnico e econômico, restrito à esfera de ação de uma operadora local ou regional. A questão tem implicações mais amplas, com repercussões significativas nos seguintes aspectos (EUROPEAN COMMISSION, 2014)¹:

- Políticos: envolvem questões relativas às entidades responsáveis pelos serviços, agências de governo, linhas de financiamento para o setor e a mídia;
- Econômicos: envolvem os custos dos volumes perdidos e não faturados, os custos operacionais (energia elétrica, produtos químicos no processo de potabilização da água etc.) e os investimentos para as ações de redução ou manutenção das perdas, importantes para a sustentabilidade das empresas;
- Sociais: envolvem o uso racional da água, o pagamento ou não pelos serviços, as questões de saúde pública e a imagem das operadoras perante a população;
- Tecnológicos: envolvem as interações entre o conhecimento técnico e as tecnologias, ferramentas e metodologias disponíveis para as atividades típicas do combate às perdas (a "arte do possível");
- Legais: envolvem a legislação para o setor, licenças e a respectiva regulação;
- Ambientais: envolvem a utilização e gestão de recursos hídricos e energéticos e impactos das obras de saneamento.

¹ Sigla PESTLE, em inglês - Political, Economic, Social, Technological, Legal and Environmental; PESTAL, em português

Se no dia a dia de uma operadora de saneamento todas essas questões estão presentes, a ocorrência de um episódio de estiagem tão grave como o que está ocorrendo na Região Sudeste do Brasil potencializa as preocupações e cobranças da sociedade, obrigando as operadoras a superarem dificuldades usuais e buscarem novos patamares de desempenho operacional, à altura da crise, de maneira a não comprometer drasticamente o seu desempenho econômico-financeiro e a qualidade dos serviços.

É também relevante lembrar que a potencialização dos resultados claudicantes no combate às perdas no Brasil, revelado pela grave situação de desequilíbrio entre a oferta e a demanda no Sudeste, remete à necessidade de revisar conceitos e práticas para a redução de perdas em regiões como o Nordeste brasileiro, onde é secular o convívio com crises hídricas e, paradoxalmente, ostenta elevadas perdas nos sistemas de adução e distribuição nas suas áreas urbanas e rurais.

Tão grave é observar que, onde há água em abundância, como na Região Norte, as perdas seguem sem controle e em patamares muito elevados. Quais as razões então para que, a despeito de toda a *expertise* e acervo técnico existentes no Brasil, a redução de perdas não segue uma tendência sustentável de queda? Por que combater perdas é algo tão dissociado da gestão empresarial na maioria das operadoras?

Assim, este documento tratará de temas intrinsecamente ligados à operação e manutenção de redes de distribuição de água, onde se colocam as perdas e a luta para combatê-las; os resultados positivos almejados - baixos índices de perdas - apontariam para a boa operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água, em sintonia com a adequada prestação de serviços aos clientes.

2 - PADRÃO MUNDIAL DEFINIDO PELA IWA - CONCEITOS E INDICADORES

Até o final do século passado, não havia um entendimento comum sobre o que eram as "perdas" nos sistemas públicos de abastecimento de água. Nos Estados Unidos, o conceito de "Água Não Contabilizada" (*Unaccounted-for Water*) referia-se ao valor que sobrou ao se realizar a "Auditoria das Águas"; assim, os vazamentos eram contabilizados e os seus volumes de água estimados. Após todas as apurações e estimativas, incluindo, portanto, os vazamentos, as Águas Não Contabilizadas ficavam sendo os volumes aos quais não se tinha um conhecimento da sua destinação ou uso. No Japão, o conceito referia-se ao "Uso Efetivo" da água, em que eram incorporados todos os volumes utilizados (inclusive a submedição de hidrômetros, p. ex.), e o que restou denominava-se "Uso Não Efetivo", ficando restritas, portanto, as perdas aos vazamentos na rede de distribuição e ramais.

A consequência mais direta dessa desuniformização de conceitos era a impossibilidade de avaliar ou comparar os indicadores de perdas entre sistemas de abastecimento de países, cidades ou companhias. O valor apresentado, geralmente em porcentagem, referia-se a que tipo de apropriação de volumes nos sistema de abastecimento? Daí, como poderia se afirmar que um sistema estava mais bem gerido do que outro, a partir do número do indicador de perdas?

Tendo em mente esse quadro, a International Water Association - IWA constituiu um grupo-tarefa para estudar, discutir e propor uma padronização mundial de terminologia, conceitos e indicadores de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água (Water Loss Specialist Group - WLSG).

Esses trabalhos vieram à luz por volta do ano 2000, e o Brasil, por meio do Programa de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS, do Ministério das Cidades, e de várias companhias estaduais e municipais de saneamento, adotou esse entendimento. Ao longo desses (apenas) 15 anos, muitos desenvolvimentos foram feitos, os quais têm sido apresentados e debatidos nos seminários específicos sobre Perdas promovidos pela IWA e várias outras entidades.

A despeito de todo esse esforço da IWA, muitos países ainda não adotaram os novos conceitos, permanecendo nas suas apurações singulares, cujos resultados sempre dão margem a interpretações equivocadas se não forem "traduzidos" à estruturação formulada pela IWA (o Japão, por exemplo, não incorporou tais conceitos às suas avaliações).

Pode-se dizer que esse tema ainda está aberto a pesquisas e desenvolvimentos, o que se tem comprovado nos seminários da IWA, em que muitos trabalhos confirmam ou impõem limites a algumas considerações iniciais, ou mesmo trazem novas propostas,

sempre com o objetivo de dar suporte técnico e operacional às companhias ou operadoras de saneamento do mundo todo.

Em suma, o que já está praticamente consolidado nessas novas formulações da IWA, a partir das observações e considerações sobre o tema no presente e no passado recente? A seguir, serão apresentadas as questões mais importantes já consagradas em nível mundial.

MATRIZ DO BALANÇO HÍDRICO

A Matriz do Balanço Hídrico pode ser considerada o "ovo de Colombo" na estruturação do problema das perdas nos sistemas de abastecimento de água, pois é objetiva, clara e fácil de ser compreendida, conforme mostrado no Quadro 2.1 (ALEGRE, 2006).

VOLUME PRODUZIDO OU DISPONIBILIZADO	CONSUMOS AUTORIZADOS	Consumos Autorizados Faturados	Consumos medidos faturados (inclui água exportada)	ÁGUAS FATURADAS
			Consumos não medidos faturados (estimados)	
		Consumos Autorizados Não Faturados	Consumos medidos não faturados (usos próprios, caminhões-pipa)	ÁGUAS NÃO FATURADAS
			Consumos não medidos não faturados (combate a incêndios, suprimento de água em áreas irregulares)	
	PERDAS	Perdas Aparentes (Comerciais)	Consumos não autorizados (fraudes)	
			Falhas do sistema comercial	
			Submedição dos hidrômetros	
		Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos nas adutoras e redes de distribuição	
			Vazamentos nos ramais prediais	
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios setoriais e aquedutos	

Quadro 2.1 - Balanço Hídrico da IWA

As principais leituras que podem ser feitas dessa estruturação dos usos da água em um sistema de abastecimento são (TARDELLI Fº, 2014):

- A introdução de nova **Terminologia**, com a denominação de Perdas Reais e Perdas Aparentes; as Reais referem-se aos vazamentos em várias partes do sistema e extravasamentos em reservatórios de água tratada (ou seja, as "perdas físicas" de água); as Aparentes referem-se às águas que são

consumidas, mas não são faturadas pela companhia de saneamento ("perdas comerciais"), decorrentes, principalmente, de submedição nos hidrômetros e fraudes;

- A definição da diferença entre **Águas Não Faturadas e Perdas**, estas mais associadas à eficiência operacional da companhia de saneamento, aquelas com forte associação a alguns usos legítimos da água, mas que não são faturados (combate a incêndios e abastecimento de água em assentamentos urbanos irregulares, p. ex.).

MEDIÇÃO

A quantificação volumétrica das frações delineadas no Balanço Hídrico é fundamental para a avaliação das perdas, sem o que não será possível exercitar qualquer gestão técnica para a melhoria da eficiência operacional do sistema de abastecimento de água.

Em termos de volumes, essa medição se dá em dois níveis:

- **Macromedição:** é a referência principal de todo o Balanço Hídrico, realizada na apuração dos volumes produzidos nas Estações de Tratamento de Água - ETA, disponibilizados à distribuição ou mesmo apurados em subsetores ou outras compartimentações operacionais das redes de distribuição de água;
- **Micromedição:** é a apuração dos volumes de água na entrada dos consumidores finais (residências, imóveis comerciais, indústrias), em que são feitas leituras periódicas nos hidrômetros instalados. A totalização dessas leituras, em um intervalo de tempo, é que vai ser confrontada com a macromedição apurada nesse mesmo intervalo de tempo.

Para o preenchimento do Balanço Hídrico, nas frações mostradas no Quadro 2.1 ou em um fracionamento mais detalhado, deve-se buscar minimizar as parcelas não medidas, aquelas que requerem estimativas. Da mesma forma, tão importante quanto medir bastante, é medir bem, com os medidores calibrados e os fluxos nas faixas ideais de funcionamento do medidor. A sistematização do uso do Balanço Hídrico, em um sistema como um todo ou em partes dele, constitui-se em ferramenta técnica e gerencial extremamente útil para a consecução de uma verdadeira "Auditoria das Águas" pela companhia ou operadora de saneamento.

Estendendo o conceito, na efetiva avaliação e gestão das perdas, as medições não se restringem apenas aos volumes, mas também a outros parâmetros operacionais importantes, tais como as **pressões** em pontos notáveis do sistema (recalque de

boosters, pontos críticos da rede de distribuição) e a medição de **níveis** em reservatórios setoriais.

Como em todo processo que envolve medição, uma banda de imprecisão estatística é sempre presente, maior ou menor conforme a tecnologia de medição empregada, as condições locais de instalação do medidor e as condições de fluxo de água (no caso dos medidores de vazão). Nos casos em que não há medição (ligações faturadas com "taxa fixa", fraudes, p. ex.), recorrem-se às estimativas, cujos valores têm, naturalmente, maiores faixas de imprecisão.

RATEIO

A medição ou estimativa dos volumes do Balanço Hídrico, como relatado anteriormente, permite chegar até a quantificação das Perdas, mas não é suficiente para expressar o rateio entre Perdas Reais e Perdas Aparentes!

Para isso há que se efetuar medições ou mesmo estimativas mais específicas para se chegar aos números.

O método mais preciso, porém mais trabalhoso e custoso, é por meio de medições em campo das vazões mínimas noturnas, às quais, aplicando estimativas de consumos noturnos e correções de pressão, chega-se às Perdas Reais, e por diferença, às Perdas Aparentes; ou também efetuar exaustivo trabalho de avaliação de submedição dos hidrômetros instalados, e depois de estimar um volume relativo às fraudes, chegar às Perdas Aparentes, e por diferença, às Perdas Reais. Essa forma de compor as parcelas das perdas denomina-se "*Bottom-up*" (de baixo para cima).

Outra forma, denominada "*Top-down*" (de cima para baixo), é efetuar o rateio a partir de estimativas genéricas, apoiada em dados secundários ou de outros sistemas, portanto, de mais fácil obtenção, de menor custo, porém, de baixa precisão.

Na maioria das vezes, a quantificação em volume do rateio tem demonstrado uma parcela maior de Perdas Reais, mesmo em sistemas com caixas d'água, em que a submedição é maior. Entretanto, a situação se inverte quando se monetizam os volumes: os valores unitários para as Perdas Reais (R\$/m³) incorporam os custos de produção e distribuição da água, enquanto as Perdas Aparentes incorporam a venda da água no varejo e também o faturamento dos esgotos, resultando valores por m³ substancialmente maiores. Daí que ambas as perdas são importantes de serem combatidas, uma com visão de gestão operacional e parcimônia na gestão de recursos hídricos, e outra com visão mais empresarial.

Mais adiante, no Quadro 4.4, são mostrados valores de rateio em algumas cidades.

LIMITES

Até que ponto as perdas devem ser combatidas? Um sistema atinge a sua máxima eficiência operacional quando alcança valores de perdas próximos de zero?

A IWA definiu dois limites que devem balizar as definições de metas de longo prazo nas companhias de saneamento:

- Um limite **econômico**, em que os custos para a execução das ações de combate às perdas se igualam aos custos de exploração e distribuição da água (ou ao custo marginal para a exploração de um novo sistema produtor de água);
- Um limite **técnico**, a partir do qual não se consegue reduzir mais as perdas, com as metodologias e tecnologias atualmente disponíveis.

A definição do "Nível Econômico de Perdas" depende das características de cada sistema: a disponibilidade hídrica, os seus custos de exploração, os custos de distribuição e os custos das ações operacionais para combater as perdas.

No caso do limite técnico para as Perdas Reais, a IWA definiu o conceito de "Perdas Reais Inevitáveis", e propôs uma formulação para se chegar aos valores para cada sistema, função de parâmetros físicos (extensão de redes, número de ramais, dados físicos do ramal) e operacionais (pressão média). Os coeficientes associados aos parâmetros foram definidos a partir de observações e análises em sistemas bem operados e considerados excelentes em termos de gestão de perdas.

Para as Perdas Aparentes, não se criou estritamente um "limite técnico", mas sim um "valor referencial", estipulado como sendo equivalente a 5% do volume micromedido no respectivo sistema. Tal referência diz respeito a sistemas cujos imóveis abastecidos não se utilizam de caixas d'água domiciliares. Neste caso, o valor referencial deveria ser maior (não há indicação da IWA nesse sentido).

Uma interpretação desses dois limites definidos pela IWA é de que "não existe PERDA ZERO em sistemas públicos de abastecimento de água"!

Outra constatação decorrente, muitas vezes negligenciada por quem está fora dos trabalhos cotidianos de combate às perdas (especialmente a mídia), é a de que combater perdas também custa, e muito!

INDICADORES

Um dos assuntos mais analisados e debatidos em publicações e seminários técnicos ligados ao tema!

O indicador clássico de perdas era o "percentual" (volumes perdidos referenciados aos volumes produzidos ou disponibilizados), de entendimento fácil e universal.

Entretanto, a IWA faz severas restrições ao seu uso como indicador de perdas para comparações entre sistemas, ou mesmo para avaliar a evolução das perdas em um determinado sistema, especialmente quando se tratar de volumes relativos às Perdas Reais. As distorções promovidas pela leitura desse indicador decorrem, principalmente, do padrão de consumo *per capita* de água nos vários sistemas, resultando indicadores com valores diferentes para o mesmo volume perdido. No caso desse indicador ser utilizado para acompanhamento dos resultados do combate às perdas em um sistema específico, deve-se atentar para as alterações de uso do solo (verticalização, grandes consumidores) que, pelo mesmo motivo anterior, acarretam distorções nos números mostrados na série histórica dos indicadores mensais ou anuais desse local.

O Quadro 2.2 exemplifica os problemas relatados referentes ao indicador percentual de perdas (TARDELLI F^o, 2013).

Cidade População: 10.000 habitantes Volume Perdido: 300 m³/dia (Perdas Reais)			
Fórmula: IP (%) = (Vol. Produzido - Vol. Consumido)/(Vol. Produzido) x 100			
Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Consumo Total Diário (m³/dia)	Volume Produzido (m³/dia)	Índice de Perdas (%)
100	1.000	1.300	23,0
200	2.000	2.300	13,0
500	5.000	5.300	5,7

Quadro 2.2 - Indicador Percentual x Consumos *per capita*

Nesse sentido, a IWA propôs indicadores que sofreriam, em tese, poucas deformações na interpretação dos números e nas comparações, incorporando fatores estruturais e operacionais da rede de distribuição de água.

O indicador para as Perdas Reais mais adequado à comparação entre sistemas distintos é o Índice de Vazamentos da Infraestrutura - IVI, adimensional, que relaciona o volume atual de Perdas Reais em um sistema com o volume considerado "inevitável", o qual depende da pressão média do sistema, como visto anteriormente. Desta maneira, este indicador mede "o quanto o sistema em questão está distante do valor de volume perdido tecnicamente possível de ser atingido (IVI = 1)".

Também foram introduzidos os indicadores técnicos referenciados à infraestrutura da rede de distribuição, basicamente a extensão da rede ou o número de ramais (ou ligações), expressos em L/km.dia ou L/ramal.dia. Recomenda-se empregar o indicador associado à extensão de rede apenas quando a densidade de ramais for inferior a 20 ramais/km. Também nesse caso, a IWA não recomenda a sua aplicação para a comparação entre distintos sistemas, mas somente para acompanhar a evolução das perdas em um determinado sistema.

Para as Perdas Totais (Reais + Aparentes), a IWA sugere o indicador técnico ligado à infraestrutura (ALEGRE, 2006).

Para as Perdas Aparentes, apenas recentemente foi proposto um indicador com a mesma concepção do IVI. O Índice de Perdas Aparentes - IPA relaciona o volume atual de Perdas Aparentes do sistema com um valor referencial, adotado como "5% do volume micromedido" (como visto anteriormente); assim, este indicador também é adimensional. Outro ponto importante é que sua proposta, e padrão mínimo aceitável, é para sistemas sem caixas d'água domiciliares (o que não é o caso do Brasil, em geral). Daí, seus valores, em sistemas com caixas d'água, serão fatalmente superiores, sendo praticamente impossível atingir o valor de IPA = 1 (RIZZO, 2007).

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).

Ao "velho" indicador percentual, a sua aplicação recomendada ficou restrita apenas quando se tratar de volumes (ou valores) faturados pela operadora. Deve ser lembrado que várias estruturas tarifárias das operadoras adotam o faturamento de 10 m³/mês (ou outro valor) como mínimo, mesmo que o volume mensal micromedido tenha sido inferior a esse valor; assim, os "índices de perdas de faturamento" tendem a ser inferiores aos índices de perdas que consideram apenas os volumes micromedidos efetivamente apurados nas leituras mensais dos hidrômetros.

O Quadro 2.3 apresenta, de forma sintética, os indicadores de perdas e suas aplicabilidades e restrições (LAMBERT, 2015).

Objetivo	Indicador de Performance para Vazamentos/Perdas Reais				
	Volume por ano	L/ramal.dia	L/km.dia	Percentual	IVI, com a pressão
Definição de metas e acompanhamento da performance, para um sistema individual	Sim, para grandes sistemas	Sim	Sim	Não	Somente se toda a gestão de pressão tiver sido implementada
Performance técnica e comparação de diferentes sistemas	Não	Não	Não	Não	Sim
Conclusões gerais a partir de sistemas únicos ou múltiplos	Não	Não	Não	Não	Sim, com outros fatores de contexto

Quadro 2.3 - Aplicações Recomendadas dos Indicadores de Perdas

Outro ponto importante na leitura dos indicadores refere-se às imprecisões na obtenção das variáveis que o compõem, o que resulta na existência de uma faixa estatística de variação do indicador calculado. Isto posto, a interpretação pura e simples do número resultante, sem a banda de precisão associada, não é técnica e absolutamente correta. Se não houver esse banda, a análise da tendência é mais importante do que o número em si (ver item 6.8 e Anexo 1).

O que se depreende, nesse tema sobre indicadores de perdas, é que **não há nenhum indicador perfeito**. Há vários relatos de problemas verificados na aplicação do IVI, por exemplo, em casos de pressões muito baixas (inferiores a 10 mca) ou setores com menos de 3.000 ligações. Ou nos casos em que há intermitência de abastecimento, em que se devem corrigir os volumes medidos por um fator igual a $(24/n^{\circ}$ de horas com o sistema pressurizado), para recompor condições próximas ao sistema integralmente pressurizado, de forma a não distorcer os números resultantes.

Há que se buscar esmero na apuração das variáveis dos indicadores e avaliar aquele(s) que melhor se adequa(m) ao caso ou aplicação em questão. Mesmo com todas as restrições ao seu uso generalizado, a utilização dos indicadores percentuais ainda é comum, dada a universalidade do seu entendimento, e a propensão à comparação dos números entre sistemas de abastecimento distintos é inevitável...

CONSUMOS NÃO MEDIDOS E NÃO FATURADOS

Esta parcela do Balanço Hídrico incorpora consumos autorizados (ou seja, não são fraudes, *stricto sensu*), e que não têm medição e nem sofrem qualquer tipo de faturamento por parte da companhia ou operadora de saneamento. Estes volumes são representados, basicamente, por:

- Volumes gastos em algumas ações operacionais executadas em campo (descargas ocasionais, lavagens de rede de água, p. ex.);
- Volumes gastos pelo Corpo de Bombeiros no combate a incêndios;
- Fornecimento de água a núcleos urbanos assentados em áreas irregulares.

Os dois primeiros consumos geralmente têm peso ínfimo na totalização dos volumes mensais ou anuais. Porém, a última parcela (denominada "Uso Social da Água") apresenta magnitude significativa nas grandes cidades brasileiras (e latino-americanas), onde frequentemente ocorre um quadro de pobreza e desordenação da ocupação urbana nas suas áreas periféricas.

Como são áreas invadidas, as companhias ou operadoras de saneamento têm restrições legais para o fornecimento regular de água a esses núcleos. Assim, proliferam-se os "gatos" (ligações improvisadas, geralmente de tubos plásticos) que se estendem pelas vias, muitas vezes com os tubos mergulhados em poças d'água contaminadas (ver Figura 2.1).



Fonte: SABESP - Unidade de Negócio Leste (ML)

Figura 2.1 - Abastecimento de Água em Áreas Irregulares

As características mais contundentes desses casos são:

- Por razões humanitárias, não são efetuados os cortes dessas ligações, pois os problemas decorrentes seriam de maior amplitude e magnitude do que qualquer benefício que a empresa de saneamento poderia auferir;
- São de difícil mensuração ou estimação, dependendo de avaliações empíricas ou por meio da realização de alguns ensaios específicos;
- O risco potencial à saúde pública é presente, caso ocorra despressurização do sistema e impurezas entrem na tubulação por eventuais furos existentes;

- Há desperdícios, na medida em que não há cobrança pela água, bem como ocorrem vazamentos que permanecem longo tempo sem reparo.

A solução deste problema extrapola a competência das companhias ou operadoras de saneamento (especialmente as concessionárias). As Prefeituras são as responsáveis pelo uso do solo municipal, e delas é a responsabilidade pela execução dos processos de regularização fundiária, reurbanização ou reassentamento dessas populações.

Experiências têm sido feitas, em termos "solução provisória", em que, como resultado de entendimentos entre a companhia de água, a Prefeitura e o Ministério Público, há a possibilidade de melhoria concreta do fornecimento de água a essas populações, incluindo o assentamento de redes de PEAD, medições coletivas com hidrômetro (50 economias) e a participação proativa da comunidade (BANDEL, 2015).

CRESCIMENTO NATURAL DAS PERDAS

Tanto para as Perdas Reais quanto para as Aparentes, se nada for feito para combatê-las, os volumes de água perdidos crescem naturalmente, pois:

- As tubulações se deterioram, e o número de vazamentos nas redes e nos ramais gradativamente vai aumentando;
- Os hidrômetros se desgastam com o tempo e o funcionamento dos mecanismos internos do medidor é prejudicado, aumentando a submedição;
- Ao fraudar uma ligação, e perceber que isso não suscitou nenhuma reação da operadora de saneamento, o cliente se sente incentivado a sugerir a outros clientes um procedimento semelhante, aumentando as perdas por fraudes.

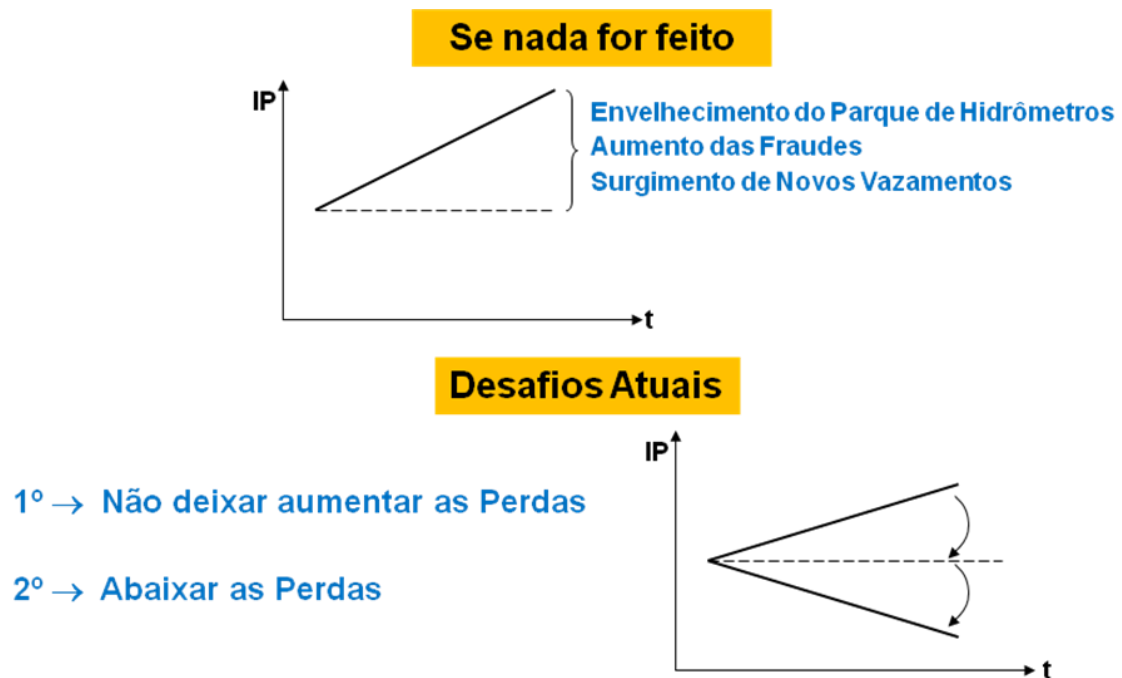
A valoração desse crescimento requer ensaios em campo, e depende, obviamente, da qualidade ou idade da infraestrutura implantada, bem como dos procedimentos comerciais da operadora ou companhia de saneamento.

O cenário de "Não Fazer Nada" (*Do Nothing Scenario*) mostra a evolução esperada das perdas no sistema e o desafio a ser empreendido para (Figura 2.2):

- Não deixar as perdas aumentarem, ou seja, para o indicador de perdas ficar estacionado, um esforço é necessário para combater as perdas;
- Baixar o patamar das perdas até a meta estabelecida, e daí realizar as ações exigidas para estabilizar as perdas nesse nível.

Avaliações feitas no sistema de abastecimento de água da SABESP na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP mostraram que, somente considerando os vazamentos não visíveis, o sistema entraria em colapso em dois anos, se nenhuma

ação tivesse sido feita para detectar e reparar os vazamentos encontrados (SABESP, 2014).



Fonte: SABESP

Figura 2.2 - Crescimento Natural das Perdas e os Desafios para o Combate

3 - BOAS PRÁTICAS DA IWA - REVISÃO SUCINTA

Seria possível sintetizar, de forma clara, as principais ações para se combater as perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água? A IWA mostrou que sim!

Para as Perdas Reais, antes de mais nada, devem-se considerar os seguintes pontos:

- A existência de um **Cadastro Técnico** atualizado e confiável é condição essencial para a gestão das perdas! Não se exige, de antemão, um Cadastro sofisticado e com alta tecnologia agregada, mas simplesmente que ele retrate, fielmente, a realidade da infraestrutura da rede de distribuição de água e outras partes do sistema. Não se concebe que uma empresa de infraestrutura urbana possa prescindir de algo tão básico;
- As avaliações e resultados de redução de perdas devem ser realizados em **áreas delimitadas e estanques** da rede de distribuição. Quanto menores essas áreas, mais fácil será estabelecer as relações de causa x efeito e depurar as ações subsequentes, no sentido de aumentar a eficácia no controle e na redução das perdas. Muitas vezes os setores de abastecimento, ou mesmo as zonas de pressão internas, são muito grandes e dificultam a avaliação. A melhor forma de realizar essas análises e avaliações é por intermédio dos **Distritos de Medição e Controle - DMC**, geralmente com um número de ligações entre 2.000 e 5.000 (ou menores ainda); cada DMC deve contar com um macromedidor na entrada para acompanhar o comportamento das vazões;
- A **Macromedição** é fundamental, tanto para a valoração das Perdas Reais e Aparentes, quanto para acompanhamento dos resultados, e trata da instalação de macromedidores e todas as atividades associadas, tais como, ensaios para calibração de macromedidores, ajustes físicos de instalações e manutenção em geral, atualização tecnológica etc. A precisão requeridas das medidas depende da função do macromedidor: se for para "custódia", exige-se maior precisão, se for apenas para controle operacional, a precisão pode ser menor.

Existem **três tipos de vazamentos** na rede de distribuição de água:

- **Vazamentos Não Visíveis e Não Detectáveis (Inerentes)**: baixas vazões e longa duração, não afloram à superfície do terreno e não são passíveis de serem identificados pelos equipamentos atuais de detecção acústica;
- **Vazamentos Não Visíveis e Detectáveis**: não afloram à superfície, mas são passíveis de identificação pelos equipamentos atuais de detecção acústica, cuja duração e respectivo volume perdido estão diretamente associados ao intervalo entre duas varreduras de pesquisa de vazamentos;

- **Vazamentos Visíveis:** altas vazões e aflorantes à superfície, são vistos e comunicados pela população à operadora de saneamento para o reparo.

Ensaio ou avaliações realizadas demonstram que os volumes perdidos através dos Vazamentos Visíveis representam pequena parcela dos volumes totais perdidos nos vazamentos; assim, **a maior parte das Perdas Reais é devida a Vazamentos Não Visíveis, não aflorantes à superfície do terreno!**

Em todas as operadoras, as avaliações de Perdas Reais mostram que "**o vilão**" são os **ramais prediais**, que detêm a maior parte das ocorrências de vazamentos e dos volumes perdidos. No Brasil, os ramais geralmente são executados com tubos plásticos (PEAD ou PVC), com muitas juntas e peças e que, com grande frequência, apresentam problemas na qualidade dos materiais e na mão de obra empregados na implantação. Por sua vez, há redes de distribuição muito antigas (algumas com juntas de chumbo ou de cimento amianto), as quais detêm elevadas perdas por vazamentos.

O esquema mostrado na Figura 3.1 foi proposto pela IWA e generalizou-se mundo afora, composto por quatro grandes ações ("boas práticas"), as quais, na medida e na sequência ideal para cada sistema, respondem pela obtenção dos resultados almejados; são mostrados também, de forma esquemática, os dois limites descritos anteriormente, o "técnico" e o "econômico".

Uma descrição sucinta dessas ações é feita a seguir (THORNTON, 2008, TARDELLI Fº, 2014):

- **Gerenciamento de Pressões**, em que através do zoneamento piezométrico e adoção de equipamentos para aumentar (apenas para atingir uma região mais alta) ou reduzir as pressões, consegue-se trabalhar com pressões adequadas às normas estabelecidas e devidamente estabilizadas;
- **Controle Ativo de Vazamentos**, em que se busca identificar e reparar aqueles vazamentos não visíveis passíveis de detecção por meio de métodos acústicos (utilização de geofones, p. ex.), ao qual se contrapõe o "**controle passivo de vazamentos**" (só reparar os vazamentos quando afloram à superfície); é uma atividade essencial em qualquer programa de redução de Perdas Reais, cuja eficácia depende do planejamento da atividade (frequência maior de pesquisas em áreas com maior histórico de incidência de vazamentos ou elevada vazão mínima noturna), da qualidade da mão de obra empregada e dos recursos materiais e tecnológicos colocados à disposição dos técnicos;

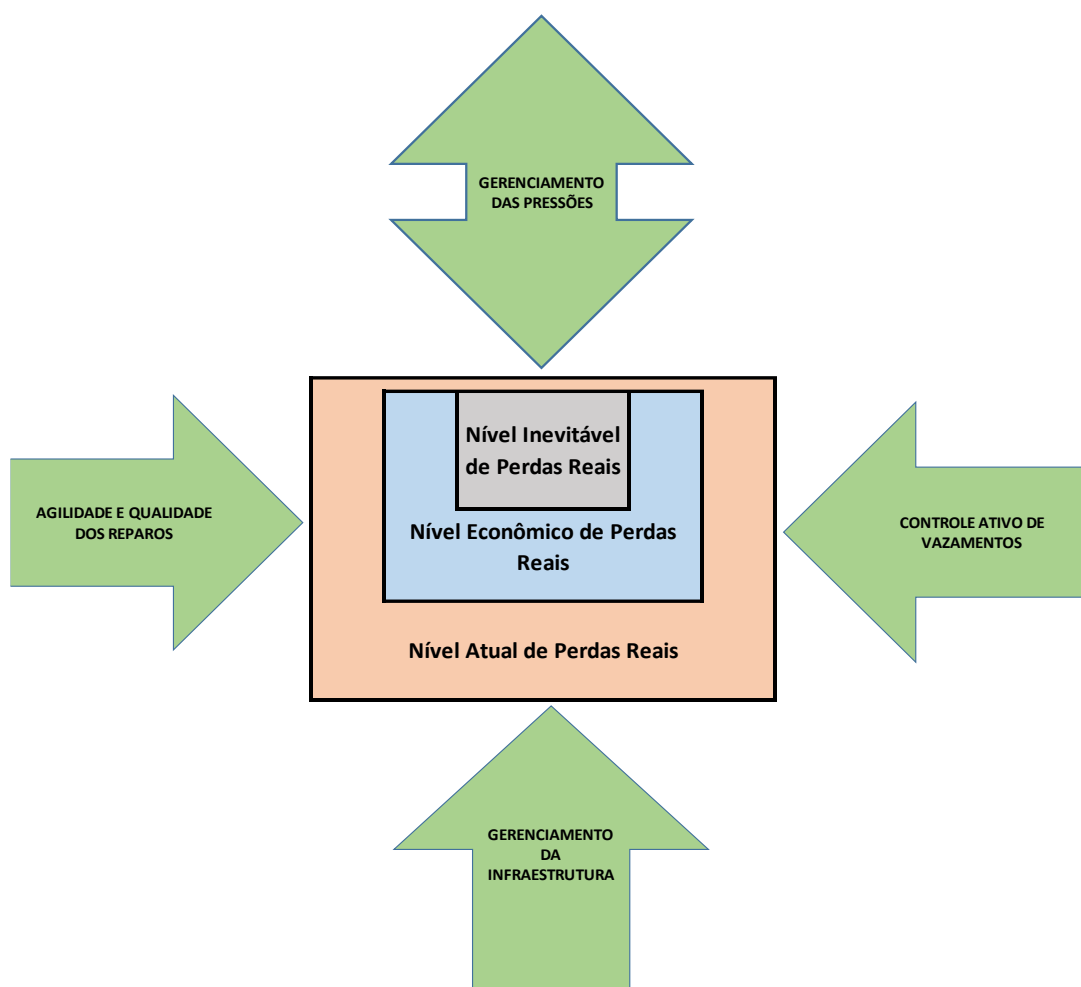


Figura 3.1 - Boas Práticas para o Combate às Perdas Reais

- **Agilidade e Qualidade no Reparo dos Vazamentos**, em que a operadora de saneamento deve montar uma logística para reparar os vazamentos visíveis e não visíveis com maior agilidade, bem como capacitar a mão de obra empregada e utilizar materiais e métodos adequados de execução dos reparos. Fugas de água reparadas sem os devidos cuidados certamente voltarão a ocorrer no mesmo ponto (retrabalho), desperdiçando recursos financeiros e perpetuando as perdas;
- **Gerenciamento da Infraestrutura**, em que se buscam a boa execução das implantações das tubulações (qualidade dos projetos, materiais e mão de obra) e a substituição das mesmas quando o histórico de problemas assim justificar. **É a atividade mais importante para o combate às Perdas Reais**, com resultados definitivos e duradouros, porém com maiores custos agregados.

O esquema mostrado na Figura 3.2 sintetiza e associa as características de cada vazamento às respectivas ações mais eficazes (TARDELLI Fº, 2004).

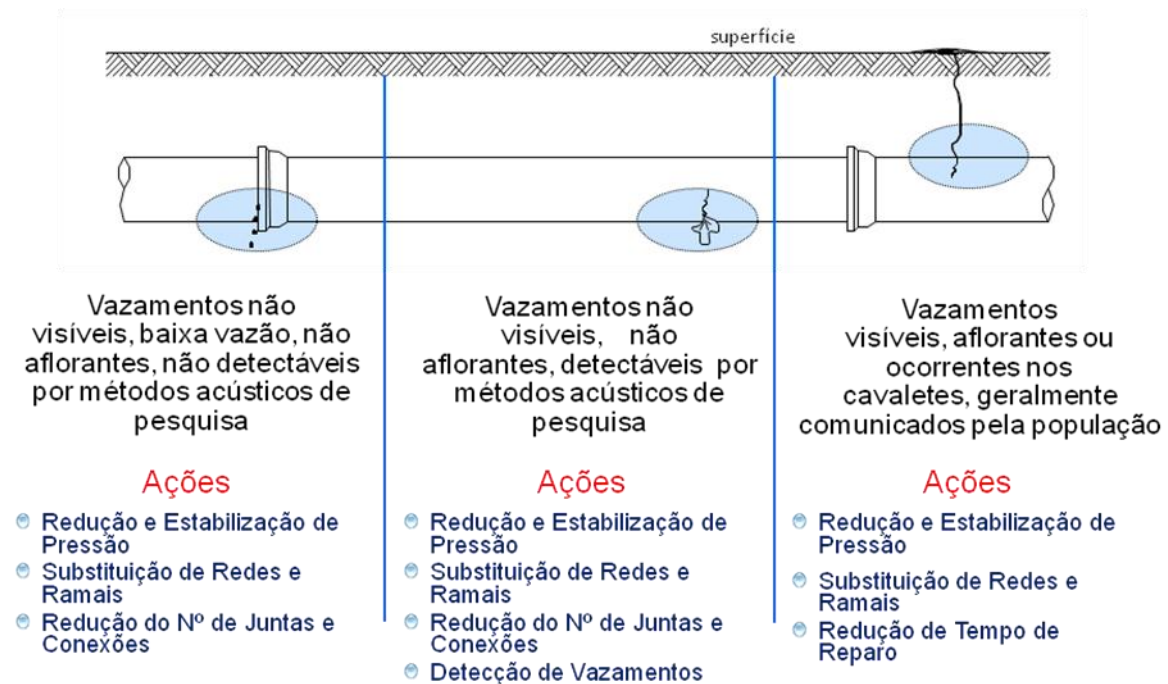


Figura 3.2 - Tipos de Vazamentos e Ações Corretivas

Para as Perdas Aparentes, podem ser enunciadas as seguintes condições básicas:

- Sob todos os aspectos, seja pela parcimônia no uso da água pelos clientes, seja pela imprescindível apuração dos volumes medidos em cada cliente, é fundamental qualquer sistema contar com **100% de hidrometração**;
- A existência de um **Cadastro Comercial** atualizado e confiável é essencial, sob pena de conviver com distorções na cobrança dos clientes e deficiências na apuração dos volumes micromedidos.

A Figura 3.3 sintetiza os componentes principais referentes à ocorrência de Perdas Aparentes (SABESP, 2014; JOHNSON, 2011).

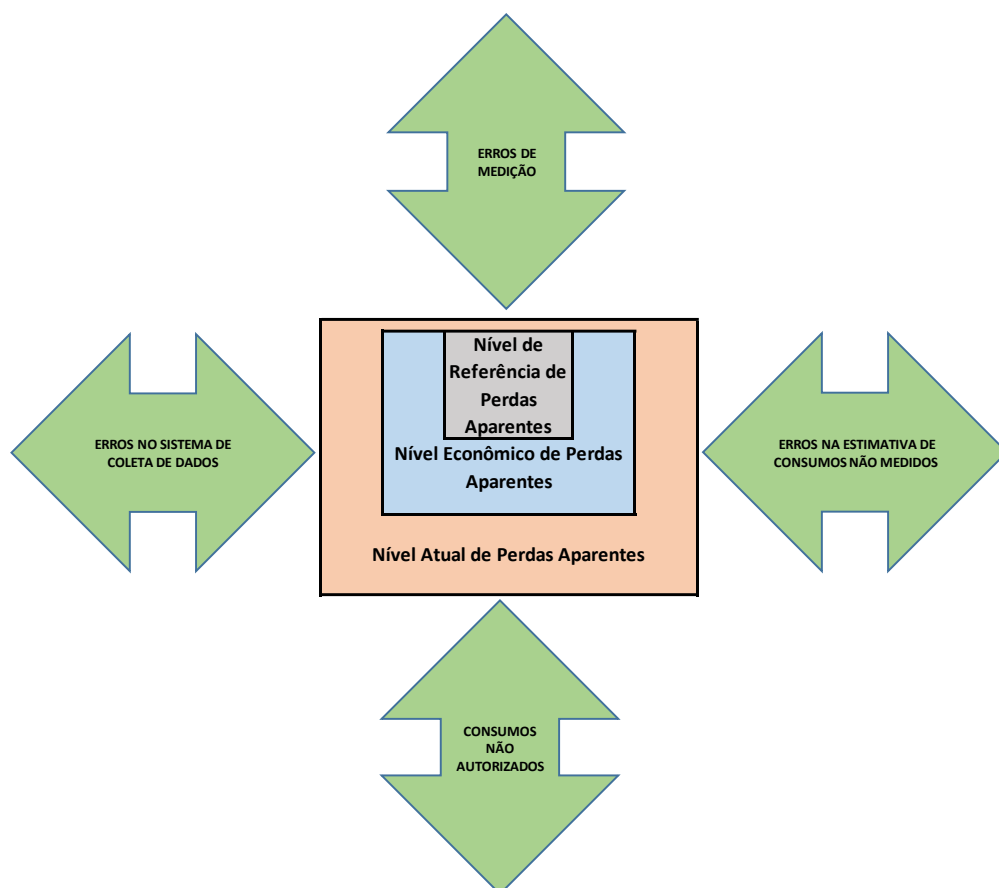


Figura 3.3 - Componentes das Perdas Aparentes

A seguir é feita uma breve descrição desses componentes (SABESP, 2014):

- **Erros de Medição**, em que os volumes apurados pelos hidrômetros sistematicamente são menores do que os efetivos, por conta de valores de alguns fluxos que passam se situarem nas faixas de baixa precisão dos hidrômetros; esta submedição é potencializada pela existência de caixas d'água com boia, pelo tempo de instalação do hidrômetro ou pela instalação inclinada do mesmo. Ensaio realizados com hidrômetros residenciais Classe B, com tempos de instalação entre seis e oito anos, mostraram os seguintes percentuais de submedição (ARREGUI, 2007):
 - Sem caixas d'água domiciliares: -7%
 - Com caixas d'água domiciliares: - 17%
- **Consumos Não Autorizados**, representados pelas fraudes e ligações clandestinas realizadas nos hidrômetros ou cavaletes, bem como pelo roubo de água nos hidrantes públicos; são considerados como "crime" e é uma parcela difícil de ser avaliada, por razões óbvias, lançando-se mão de estimativas;

- **Erros no Sistema de Coleta de Dados**, representados pelos problemas encontrados no sistema de macromedição e nos sistemas de apuração de consumos (leitura e processamento), falhas no Cadastro Comercial e outras anomalias nos processamentos dos sistemas comerciais da companhia de saneamento;
- **Erros na Estimativa de Consumos Não Medidos**, representados pelas estimativas requeridas para valorar os consumos dos imóveis conectados desprovidos de hidrômetros.

As ações para combater os problemas relatados são sintetizadas a seguir (SABESP, 2014):

- **Gerenciamento da Hidrometria**: busca o acompanhamento dos hidrômetros instalados, com a priorização e substituição daqueles sujeitos a maiores submedições devido ao envelhecimento ou à inadequação da sua capacidade nominal ao perfil de consumo do cliente (trocas preventivas) e a substituição dos hidrômetros quebrados (trocas corretivas);
- **Combate às Fraudes e Irregularidades**: representa o monitoramento das variações de consumos dos clientes, com a identificação de potenciais irregularidades (ligações clandestinas ou reativações de ligações consideradas inativas), inspeção em campo, acatamento de denúncias e posterior regularização dos problemas constatados;
- **Modernização do Sistema Comercial**: representa a implantação e modernização permanente dos sistemas informatizados que processam e consolidam os dados das atividades ligadas à apuração de consumos, compatibilização dos ciclos de leitura com os setores de abastecimento, faturamento, consistências etc.;
- **Atualização do Cadastro Comercial**: é o esforço para a manutenção do cadastro atualizado, eliminação de ligações sem hidrômetros e agilidade no cadastramento das novas ligações.

No combate à submedição, uma pergunta comum é: qual o tempo máximo de instalação do hidrômetro na rede? Estudos de otimização das trocas preventivas, levados a cabo pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR (DEPEXE, 2015), mostraram um tempo máximo de 5,2 anos (considerando valores médios do parque, sendo o critério de otimização a condição em que o custo marginal das substituições iguala o faturamento médio). A aplicação do modelo de otimização por faixa de consumo e por tipo de hidrômetro proporcionou um resultado mais fino e preciso, conforme mostrado na Figura 3.4, ou seja, tempos decrescentes em função do volume mensal, tempos maiores em função do aumento da precisão do hidrômetro. Desta

análise resultou a curva que define o critério geral de troca preventiva de hidrômetros, como apresentado na Figura 3.5.

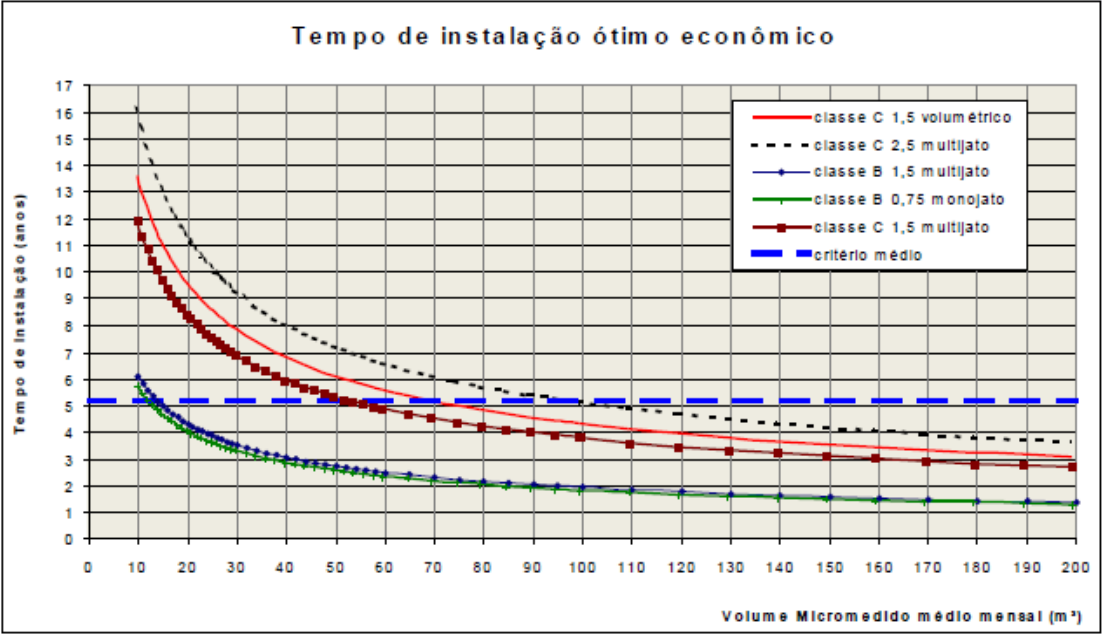


Figura 3.4 - Análise Otimizada do Tempo para a Troca Preventiva de Hidrômetros

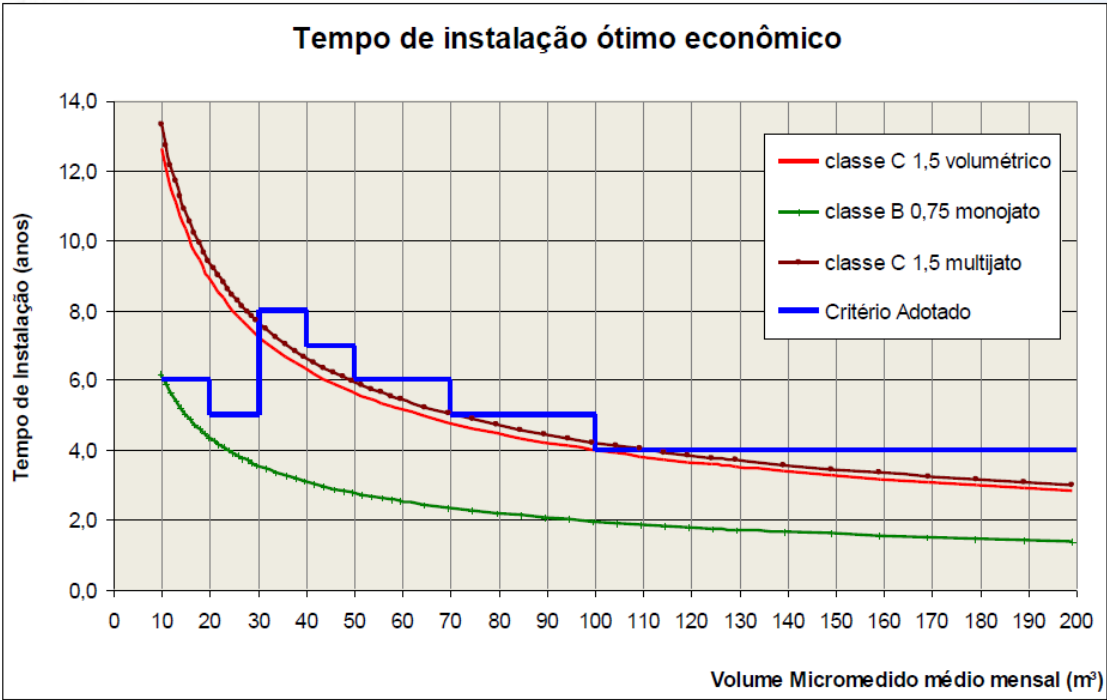


Figura 3.5 - Critério Geral para a Troca Preventiva de Hidrômetros

Outra questão importante para o combate às perdas é a **Gestão**, como forma de avaliação sistemática e redirecionamento das ações de controle. Além das questões básicas enunciadas anteriormente, para a Gestão são importantes (SABESP, 2014):

- Sistemas de informação de suporte operacional e gestão das perdas;
- Atendimento telefônico (24 h) para recebimento das informações da população a respeito dos vazamentos visíveis e acionamento das equipes de manutenção, entre outras coisas;
- Equipes treinadas e com logística adequada para fazer as medições de vazão, pressão, perdas de carga, curvas de bomba etc. (pitometria), úteis na gestão do abastecimento de água e das perdas;
- Monitoramento do sistema (pressões e vazões) em pontos estratégicos do sistema, e auxílio de modelagem matemática para diagnóstico e proposição de soluções;
- Envolvimento de todos os técnicos e do corpo gerencial da empresa.

4 - BENCHMARKING

Os problemas associados ao Indicador Percentual de Perdas já foram relatados neste documento. Mesmo o Indicador Técnico de Perdas, em L/ligação.dia, tem restrições para ser utilizado para a comparação de performance entre sistemas diversos (não leva em conta a pressão média). Porém, há escassas informações sobre o IVI, bem como sobre o IPA (desenvolvimento mais recente), os quais são os indicadores mais apropriados para comparações. No caso do IPA, há o problema adicional de que o indicador foi estabelecido para sistemas sem caixas d'água domiciliares (o cálculo do IPA para algumas cidades europeias foi feito neste documento).

Mesmo com todas essas restrições, foram coletadas informações no Brasil e em alguns sistemas de cidades do exterior, procurando balizar, se disponíveis, algumas informações de contexto dos sistemas de abastecimento de água em questão (porte, pressão média, hidrometração, macromedicação etc.).

4.1 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

O Ministério das Cidades, por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, edita anualmente um documento denominado "Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos". Este trabalho foi iniciado em 1995 e já reúne importante acervo referencial da situação do saneamento no Brasil.

As informações são fornecidas pelos municípios ou empresas operadoras do saneamento local; **tais informações não são auditadas.**

Os indicadores a serem apresentados neste trabalho referem-se às Perdas Totais (Reais + Aparentes) e são os seguintes:

- IN013: Índice de Perdas de Faturamento (%), que considera os volumes faturados na rede de distribuição (depende da política tarifária da companhia de saneamento);
- IN049: Índice de Perdas na Distribuição (%), que considera os volumes micromedidos na rede de distribuição;
- IN051: Índice de Perdas por Ligação (L/ligação.dia), que considera os volumes micromedidos na rede de distribuição e as ligações ativas de água.

O Quadro 4.1 mostra os indicadores citados observados nas companhias estaduais de saneamento do Brasil (em ordem alfabética), evolutivamente, referentes aos anos de 2004 (SNIS, 2005), 2012 (SNIS, 2014) e 2013 (SNIS, 2015).

Companhia	IN013 - Índice de Perdas de Faturamento (%)			IN049 - Índice de Perdas na Distribuição (%)			IN051 - Índice de Perdas por Ligação (L/lig.dia)		
	2004	2012	2013	2004	2012	2013	2004	2012	2013
AGESPISA - Piauí	52,6	47,0	44,4	63,7	56,5	51,9	634,6	487,2	445,0
CAEMA - Maranhão	62,0	51,1	68,5	57,7	41,7	36,6	801,6	687,8	594,2
CAER - Roraima	57,5	64,5	62,3	52,2	57,0	59,7	717,0	823,3	848,6
CAERD - Rondônia	70,8	59,6	57,0	70,8	59,6	59,4	1.527,0	877,8	838,9
CAERN - R. G. do Norte	40,5	49,3	47,3	54,9	58,6	57,4	580,8	595,0	566,7
CAESA - Amapá	72,8	73,5	76,4	72,8	71,9	76,5	2.190,0	2.184,0	2.756,0
CAESB - Distrito Federal	23,1	22,0	26,9	27,2	23,9	27,3	368,9	261,5	314,2
CAGECE - Ceará	33,4	27,7	23,5	36,7	39,8	37,7	291,3	281,8	248,8
CAGEPA - Paraíba	32,9	41,8	37,3	33,0	39,4	36,4	250,5	334,1	284,8
CASAL - Alagoas	52,1	46,2	66,2	57,9	35,6	48,1	620,6	407,8	658,8
CASAN - Santa Catarina	37,7	25,6	25,8	49,7	37,2	36,1	473,1	330,2	325,7
CEDAE - Rio de Janeiro	49,7	49,7	51,2	49,7	30,5	30,4	1.586,0	651,6	659,6
CESAN - Espírito Santo	33,0	24,7	22,0	45,8	36,0	33,7	680,9	451,9	409,5
COMPESA - Pernambuco	57,5	43,4	40,5	65,9	55,0	53,8	732,6	480,0	443,1
COPANOR - Minas Gerais		30,5	25,4		23,9	23,4		116,0	90,3
COPASA - Minas Gerais	23,9	29,3	29,3	35,4	33,2	33,7	276,6	231,7	233,4
CORSAN - R. G. do Sul	52,9	44,9	52,5	52,6	45,0	38,9	507,6	356,3	349,4
COSAMA - Amazonas		78,1	76,7		62,3	62,4		1.233,0	1.232,0
COSANPA - Pará	47,1	42,4	42,1	47,5	47,8	47,9	525,2	501,4	506,0
DEPASA - Acre	67,4	76,7	55,9	67,4	60,2	55,9	1.140,0	1.193,0	827,5
DESO - Sergipe	42,4	52,5	51,7	49,4	59,9	59,5	472,7	645,0	616,6
EMBASA - Bahia	34,1	26,3	33,0	38,5	39,4	43,0	339,6	274,9	317,9
SABESP - São Paulo	35,8	26,7	25,7	43,1	33,5	32,8	557,2	384,5	368,5
SANEAGO - Goiás	34,5	33,8	33,1	34,5	29,5	28,7	236,1	190,6	178,8
SANEATINS - Tocantins	27,0	24,1	23,9	27,0	35,5	34,6	186,5	223,3	202,7
SANEPAR - Paraná	26,2	21,3	20,8	37,7	33,1	33,4	283,7	236,3	233,4
SANESUL - Mato Grosso do Sul	37,8	28,8	27,8	45,8	36,6	37,1	369,8	258,3	253,1
COMPANHIAS ESTADUAIS	40,1	35,4	36,5	45,6	37,4	37,0	524,1	370,6	364,4
BRASIL	40,4	35,5	36,7		36,9	37,0		368,2	366,9

Nota: As equações dos indicadores de 2004 são as mesmas dos anos 2012 e 2013; porém, há variações na constituição das companhias

Quadro 4.1 - Indicadores de Perdas das Companhias Estaduais

As seguintes considerações podem ser feitas:

- Houve melhoria nos indicadores de perdas (em termos médios) nos 10 anos registrados no quadro;
- Há desequilíbrios regionais notáveis, especialmente quanto à grave situação das perdas nas companhias da região norte do país;
- Os desafios ainda estão presentes para todas as companhias, em graus diferentes, que exigirão esforços adicionais para reduzir as perdas a patamares mais adequados.

Por sua vez, o Quadro 4.2 apresenta os indicadores de perdas relativos ao ano de 2013 (SNIS, 2015) das capitais dos Estados brasileiros e algumas cidades de portes variados e formas de gestão distintas (estatal, municipal, privada), inserindo também algumas informações de contexto disponíveis no SNIS. A lista das cidades está apresentada em ordem crescente relativa ao indicador IN051 (L/ligação.dia).

Local	Operadora	Contexto				Indicadores de Perdas		
		AG001 - População Atendida (hab.)	AG002 - Ligações Ativas (nº)	IN011 - Índice de Macromedição (%)	(*) Índice de Hidromedtação (%)	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
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
Jundiaí (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
Bauru (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
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)

Quadro 4.2 - Contexto e Indicadores de Perdas em Cidades Brasileiras

As seguintes considerações podem ser feitas:

- Também são observadas diferenças regionais significativas, em que se situam em melhores posições as cidades das regiões sul e sudeste do país;
- Há várias cidades, capitais inclusive, com baixos índices de macromedição; que confiabilidade terão quaisquer indicadores que têm a macromedição como base referencial nessas cidades?
- Os índices de hidromedidação geralmente estão com percentuais elevados.

A leitura do banco de dados do SNIS revela lacunas importantes no fornecimento de informações pelas entidades do setor de saneamento. Além das lacunas, algumas informações suscitam dúvidas, tanto pelo exagero quanto pelo valor extremamente reduzido dos indicadores de perdas resultantes.

Além disso, o SNIS poderia incorporar outras informações importantes, em termos de contextualização, com o objetivo de possibilitar um maior refinamento nas análises relativas à situação das perdas nos municípios ou companhias, tais como, a pressão média, o número de reparos de vazamentos e respectivos tempos, a idade média do parque de hidrômetros, a presença de caixas d'água domiciliares e a ocorrência de intermitências. Porém, se houver um esforço para melhorar a qualidade das informações atuais, já seria um grande avanço para o setor.

Análises adicionais relativas às perdas nos sistemas de abastecimento de água no Brasil estão disponíveis em estudos específicos, conforme citado nas Referências Bibliográficas (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2013, 2015).

4.2 - Comparações Internacionais

Neste trabalho será bastante explorado o recente documento europeu (EUROPEAN COMMISSION, 2015), disponível em vários *sites* na internet (www.leakssuite.com, p. ex.), em que foram feitos levantamentos, discussões e extraídas conclusões relativas às ações e resultados de perdas (especialmente as Reais) em 16 cidades ou companhias de vários países.

O Quadro 4.3 resume as informações e resultados de 11 cidades ou empresas operadoras da Europa, permitindo não só comparações, mas também contextualização das condições estruturais e operacionais verificadas em cada caso. No documento há várias informações e conclusões relevantes, que certamente enriquecerão a quem se interessar pela sua leitura pormenorizada.

As questões que mais chamam a atenção nesse quadro são:

Local	Empresa	População (hab.)	Ramais (nº)	Ligações (nº)	Extensão da rede (km)	Densidade de Ramais (Nº/km)	Pressão Média (mca)	Frequência Anual de Reparo de Vazamentos		Tempo Médio para o Reparo		Hidrometração		Perdas Reais		Perdas Aparentes		Águas Não Faturadas (%)	Observações
								Rede (Nº/100 km.ano)	Ramal (Nº/1.000 ramais.ano)	Rede (dia)	Ramal (dia)	Residencial (%)	Não Residencial (%)	IVI L/ramal.dia	IPA (*) L/ramal.dia				
Salzburgo - Áustria	Municipal	155.400	20.130	20.130	539	37	46	16,5	3,7	1,5	2,5	100	100	1,1	84	0,1	7	6,3	
Região de Flandres - Bélgica	De Watergroep	2.860.000	1.108.000	1.224.100	30.834	36	38	15,0	2,0	0,5	1,0	100	100	1,3	70	0,5	10	21,5	
Pula - Croácia	Municipal	75.000	25.700	46.900	928	28	40	26,0	5,0	1,0	2,0	100	100	2,9	183	0,6	21	22,4	População flutuante elevada
Lemesos - Chipre	Municipal	158.000	53.000	87.600	1.020	52	40	21,0	22,0	1,0	1,0	100	100	2,5	127	3,1	25	23,2	Sistema com caixas d'água domiciliares
Odense - Dinamarca	VCS Denmark	160.000	33.230	49.400	1.003	33	30	1,8	1,2	0,2	0,2	100	100	0,7	34	0,04	1	5,1	
East Anglia - Inglaterra	Anglian Water	4.542.000	1.842.100	2.026.300	38.076	48	44	12,9	ND	2,3	5,7	75	100	ND	105	ND	ND	ND	
Bordeaux - França	Lyonnaise des Eaux	724.200	201.000	246.390	3.094	65	37	12,0	14,0	3,0	1,7	100	100	2,5	103	0,4	11	18,1	
Munique - Alemanha	Municipal	1.500.000	130.000	130.000	3.380	38	50 a 70	6 a 8	2 a 3	ND	ND	100	100	2,6	243	0,4	42	13,3	
Regio Emilia - Itália	Iren Emilia	475.000	94.400	250.700	4.941	19	44	15,9	20,2	2,0	2,0	100	100	2,5	246	1,5	73	25	
Malta	Nacional	421.400	140.000	256.000	2.300	61	35	24,0	53,0	0,5	2,5	100	100	2,1	77	10,5	179	43	Sistema com caixas d'água domiciliares
Lisboa - Portugal	EPAL	564.000	87.800	344.000	1.448	61	51	38,2	8,4	1,0	1,0	100	100	ND	178	ND	ND	ND	

(*) Cálculo feito para este documento; não consta do trabalho original da EC

Quadro 4.3 - Informações e Indicadores de Perdas em Cidades ou Companhias Europeias - 2014

- Os IVIs estão relativamente baixos, identificando os maiores valores com altos índices técnicos de perdas, em L/ramal.dia;
- Os IPAs mostram-se muito baixos, nos sistemas sem caixas d'água domiciliares, e bem altos nas cidades em que os imóveis contam com caixas d'água domiciliares; para efeito de comparação, na área operada pela SABESP na RMSP, o IPA situa-se por volta de 4,0 (SABESP, 2014);
- A performance relativamente ao número de vazamentos reparados é boa, comparando-se com os padrões referenciais definidos pela IWA, quais sejam, para as redes, 13 vaz./100 km.ano, e para os ramais, 3 vaz./1.000 ramais.ano;
- Os tempos médios para o reparo situam-se, em sua maioria, entre 1,0 e 2,0 dias, valores próximos aos observados em muitos sistemas de cidades brasileiras;
- Os rateios entre as Perdas Reais e Aparentes mostram um predomínio das primeiras, como pode ser visualizado no Quadro 4.4 (baseado em EUROPEAN COMMISSION, 2015). Como comparação, na RMSP considera-se que as Perdas Reais representem 2/3 dos volumes perdidos, enquanto as Perdas Aparentes ficam com 1/3 (SABESP, 2014).

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

Quadro 4.4 - Rateio das Perdas em Cidades Europeias

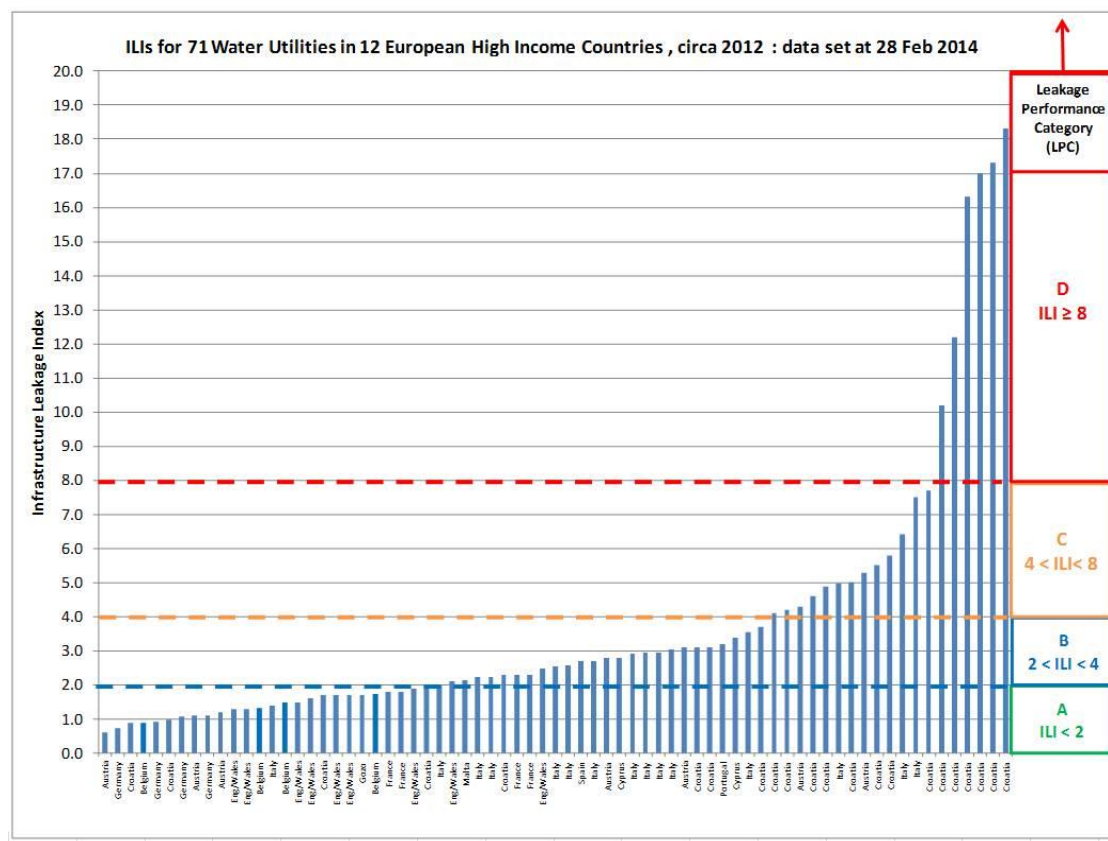
Nos questionários constantes do documento final dos trabalhos, todos os 16 sistemas envolvidos relataram trabalhar com materiais de boa qualidade e mão de obra treinada. Igualmente, o Controle Ativo de Vazamentos e o Gerenciamento de Pressão são praticados pela maioria dos sistemas.

Importante trabalho realizado na África do Sul mostrou que o valor médio do indicador de perdas nas áreas urbanas do país é 35,6%. O valor médio do Indicador Técnico de

O Quadro 4.5 apresenta os resultados do Indicador Percentual de Perdas, conforme listagem disponibilizada pela Smart Water Networks Forum em 2011 (SWAM, 2011). A Figura 4.1 apresenta o IVI para várias companhias em países europeus (Fonte: www.leakssuite.com).

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	Bucareste	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		
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		

Quadro 4.5 - Índices de Perdas em Várias Cidades do Mundo



35

O Quadro 4.6 mostra os indicadores técnicos médios (Perdas Reais), em L/ligação.dia, observados nos Estados Unidos, Inglaterra/País de Gales e Alemanha, bem como outros indicadores e práticas operacionais levadas adiante (THORNTON, 2008).

Parâmetro	Estados Unidos	Inglaterra e País de Gales	Alemanha
Características Gerais			
Número de Companhias de Saneamento	Superior a 59.000	23	Superior a 5.000
Forma de Prestação de Serviço	Majoritariamente pública	Privada	Majoritariamente pública
Consumo Per Capita (L/hab.dia)	376 a 752	145	130
Densidade de Ligações (Lig./km)	44 a 63	25 a 94	25 a 94
Pressão Média (mca)	50	50	30
Índice de Hidrometração Residencial (%)	95 a 100	5 a 60	95 a 100
Taxa de Vazamentos em Rede (Vaz./100km.ano)	15,6	21,9	N/D
Perdas Reais (L/ligação.dia)	282	113	71
Indicadores de Avaliação de Perdas e Gerenciamento de Vazamentos			
Formato da Auditoria das Águas	Manual M36 da AWWA e auditoria do cliente; recomendações da IWA/AWWA usadas raramente	Auditoria das águas padronizada, comparável ao formato recomendado pela IWA/AWWA	Auditoria das águas padronizada, de acordo com as recomendações da IWA/AWWA
Uso da Auditoria das Águas	Globalmente muito limitado. Requerido apenas por alguns Estados	Requerido pelo Regulador para todas as companhias de água	Requerido para todas as companhias de água
Implicações dos Resultados da Auditoria das Águas	Limitada, varia por Estado	Usados como base para a gestão de vazamentos e definição de metas	Usados como base para a gestão de vazamentos e definição de metas
Indicadores para a Gestão de Vazamentos	Percentual do volume disponibilizado, embora provado não ser um indicador confiável	Indicadores volumétricos e financeiros usados de acordo com as recomendações da IWA	Indicadores volumétricos
Padrões de Perdas de Água	Limitado no geral, e, onde mandatário, detalhado; regulamentos variam bastante entre os Estados, regiões e cidades	Extensivo e detalhado: uniformemente imposto pelo órgão regulador central	Extensivos e detalhados; não foram obtidas informações sobre os níveis de detalhamento
Práticas de Gestão de Vazamentos			
Distritos de Medição e Controle - DMC	Geralmente não utilizados	Prática amplamente estabelecida	Prática amplamente estabelecida
Gerenciamento de Pressões	Gestão básica de pressões; gestão mais sofisticada usada raramente	Gestão básica e avançada de pressões; é componente usual da gestão de vazamentos	Gestão básica e avançada de pressões; é componente usual da gestão de vazamentos
Reparo de Ramais Domiciliares	Geralmente é responsabilidade do cliente	Executado ou subsidiado pela Companhia de Saneamento	N/D
Tempo de Resposta para o Reparo de Vazamentos	Varia muito entre as Companhias de Saneamento	Principal componente da gestão de vazamentos	Principal componente da gestão de vazamentos
Utilização de Equipamentos de Detecção Acústica de Vazamentos	Somente um pequeno número de Companhias tem a tecnologia necessária para efetivamente detectar vazamentos não visíveis	Todas as Companhias possuem as tecnologias requeridas para detectar vazamentos e atingir metas	Detecção de vazamentos não visíveis é usual e importante no atingimento de metas

Quadro 4.6 - Indicadores e Práticas em Alguns Países

Por fim, a Figura 4.2 apresenta o gráfico de evolução das perdas (Perdas Reais) em Tóquio, Japão, seguramente o melhor resultado observado em grandes centros urbanos do mundo (SHIMOMURA, 2013). Relembre-se que a forma de apropriação das perdas no Japão não coincide com a da IWA. Mas o que mais importa não é o excepcional valor numérico atingido nos anos recentes, mas a sua evolução.

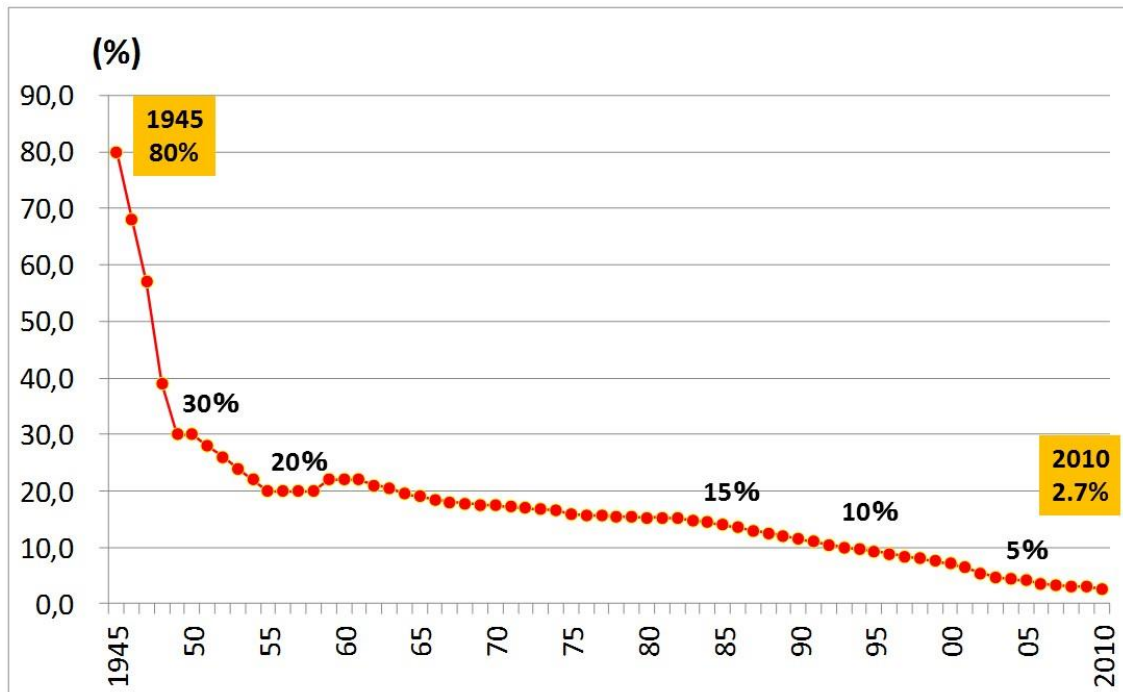


Figura 4.2 - Evolução do Índice de Perdas em Tóquio - Japão

Desde o final da 2ª Guerra Mundial, quando se iniciaram os registros, até os dias atuais, passaram-se 70 anos. Durante todo esse período os trabalhos foram contínuos, planejados e revisados, caso necessário.

O que chama atenção na curva apresentada, e deve ser paradigma principalmente para as companhias que operam grandes e médias cidades brasileiras, é o seguinte:

- Partindo de um patamar de perdas de 80% em meados da década de 1940, foram necessários 10 anos para se chegar ao patamar de 20%;
- Partindo-se do patamar de 20%, foram necessários cerca de 60 anos para se atingir os valores atuais, inferiores a 5%.

O que se destaca é a **persistência dos esforços empreendidos**, antecipadamente **planejados** e coroados com uma **execução de qualidade**, tanto dos materiais quanto da mão de obra empregada.

5 - AS PERDAS NO CONTEXTO DA CRISE HÍDRICA

5.1 - Abordagem Geral

A Região Sudeste do Brasil está passando por grave crise hídrica. O verão 2013-2014 foi extremamente seco, com precipitações abaixo das mínimas históricas registradas, e o verão seguinte, 2014-2015, com chuvas aquém do que seria necessário para recuperar os volumes de armazenamento dos reservatórios de água bruta.

Nesses episódios de crise hídrica, que ocorrem com certa frequência em todos os cantos do mundo, as operadoras de saneamento são submetidas a pesadas cargas da população e da imprensa, especialmente quanto "à falta de planejamento" na execução das obras que mitigariam os danos ao abastecimento público, e quanto às elevadas "perdas de água" no sistema de distribuição, que agravam ainda mais a situação. Igualmente com as companhias de eletricidade (no caso, hidroeletricidade), felizmente com menor impacto, já que há a alternativa das termoeletricas.

Quanto ao planejamento, é fato no Brasil o exercício do planejamento, em qualquer setor (especialmente na área pública), não ter a relevância que mereça; mas talvez o maior problema não seja a falta de planejamento ou a qualidade dele, e sim a pouca atenção à execução e avaliação periódica dos instrumentos de planejamento disponíveis. Outro ponto é que as críticas dão a entender que o bom planejamento, no caso das infraestruturas urbanas, seria prover redundâncias, alternativas, flexibilidades ou integrações ilimitadas a serem acionadas de imediato, sem qualquer ônus considerável para a sociedade. Isso num quadro de carências básicas generalizadas, como se verifica no Brasil.

No que se refere às perdas nas redes de distribuição de água, podem ser feitas as seguintes considerações, calcadas apenas na observação das falas e textos sobre o tema no cotidiano das pessoas e nos noticiários da mídia no Brasil:

- Os números dos indicadores apresentados sistematicamente referem-se às "perdas totais", sem levar em conta que uma parcela dessas perdas são comerciais, que não são as que agravam a subtração de água dos mananciais; explicações técnicas fornecidas sobre essas duas parcelas são negligenciadas ou colocadas sem destaque;
- A solução, que não exigiria esforços maiores de toda a sociedade no enfrentamento da crise, seria a operadora de saneamento "atacar as perdas", como isso fosse fácil, rápido e gratuito. Com certeza, em sistemas mais debilitados, isso deveria ter sido feito com o vigor necessário, e se não o foi, deverá agora ser enfrentado pela operadora de saneamento, definindo as

ações operacionais, e algumas estruturais, que dariam resultados mais imediatos na redução das Perdas Reais.

Durante as crises hídricas, o combate às Perdas Reais assume um protagonismo óbvio, mas não se deve descuidar das Perdas Aparentes que, caso não sejam atacadas devidamente, podem ensejar o desperdício e as fraudes, em contraposição à parcimônia no uso da água necessária nessas situações.

As Perdas Reais impactam, em uma ponta, a subtração de águas dos mananciais superficiais e subterrâneos, e os custos posteriores de potabilização e tratamento. Na outra ponta, guarnecem os lençóis freáticos ou profundos. Estudos realizados no Centro Expandido de São Paulo chegaram à conclusão de que **45-60% da recarga do aquífero seria resultado das Perdas Reais de água nas redes de distribuição** (consideradas como 20% do total distribuído) e de esgotos nas redes de coleta (consideradas como 5% do total coletado). O restante (55-40%) corresponderia à recarga natural. Outro estudo realizado em uma região de São Paulo com elevada urbanização e poucas áreas permeáveis, mostrou que, do valor total de recarga observado (437 mm/ano), 183 mm (42%) eram de recarga natural e 254 mm (58%) de recarga pelas fugas de água e esgotos nas respectivas redes (COMITÊ DA BACIA DO ALTO TIETÊ, 2009; SABESP, 2014; BERTOLO, 2015).

Deve-se também delimitar claramente o papel de cada um na questão dos recursos hídricos e dos seus usos: a operadora de água é uma usuária de recursos hídricos, e responde pelo processo de potabilização da água e a sua distribuição aos consumidores finais, processo que começa na captação em um manancial, e termina no ponto de entrega ao consumidor (hidrômetro); antes da captação há a responsabilidade da entidade a quem cabe a "gestão dos recursos hídricos", e depois da entrega da água ao consumidor, há a responsabilidade da sociedade no uso racional desse bem natural. **A gestão integral das crises hídricas nunca é exclusiva da operadora de água, mas sim de toda a sociedade.**

Portanto, a ação da operadora de saneamento circunscreve-se ao sistema de abastecimento de água, em que situa o combate às perdas como uma das suas atividades operacionais contínuas e mais importantes. No caso de companhias ou operadoras que são concessionárias, a situação é mais complicada, pois no Brasil a titularidade dos serviços de água e esgotos é municipal, o que restringe bastante a possibilidade da companhia ou operadora de saneamento (se concessionária dos serviços) aplicar sanções ou penalidades por consumos não permitidos nos períodos de estiagem.

O que se vê, muitas vezes, é a indevida apropriação político-partidária das discussões, e a resistência das Prefeituras e Câmaras de Vereadores em assumirem as suas

responsabilidades nos casos de penalizações e outras medidas para a restrição de consumo, sabidamente "impopulares"...

Por fim, o fato desta crise no Sudeste do país ter adquirido projeção nacional (exposição constante nos principais veículos midiáticos do País) e pelo rebatimento nos custos de energia elétrica recentemente praticados, dois pontos se sobressaem:

- Incremento dos custos operacionais, devido ao significativo aumento dos preços da energia elétrica;
- Redução de consumos nos sistemas de abastecimento de água em todo o país ("efeito Cantareira")², com reflexos na racionalidade do uso da água (lado bom) e na saúde financeira das operadoras de saneamento (lado ruim).

A convergência desses dois fatores obriga as operadoras de água a rever suas estratégias, otimizar as suas práticas operacionais, comerciais e mercadológicas e alterar alguns de seus procedimentos, de forma a enfrentar essa nova realidade com sustentabilidade econômico-financeira e adequada prestação de serviços à população.

5.2 - Gestão de Crises Hídricas

As crises hídricas não surgem repentinamente. E também, ao contrário do que pensam alguns, ainda não há mecanismos de previsão meteorológica de longo prazo com baixo índice de incerteza. De qualquer forma, há que se conviver com os "profetas do passado", que sempre asseguram que já tinham se manifestado anteriormente de que a situação iria se agravar, com a "certeza absoluta" de quem não tem nenhuma responsabilidade pela gestão dos recursos e pelas consequências das decisões tomadas.

O que se nota na análise da gestão de crises hídricas pelo mundo é a existência de três grandes blocos, em que se definem atitudes gradativas a serem adotadas contingencialmente (tais blocos podem ser abertos em outros mais):

- Um primeiro nível de **atenção e alerta**, em que, a partir de informações de monitoramento e gestão da relação demanda x oferta, são disparadas campanhas na mídia para economia de água e reforçadas as ações para a redução de perdas e para o aumento do reúso da água;

² Esta afirmação não está baseada em estudos exaustivos realizados no país, mas sim apoiada em manifestações de vários profissionais presentes no 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água, realizado em Julho de 2015, em Porto Alegre

- Um segundo nível de **emergência**, em que, além das campanhas na mídia, já são definidas restrições a certos usos da água (lavagem de calçadas, lavagem de carros, rega de jardins, p. ex.), além de medidas coercitivas em termos de multas e tarifas, intensificação das ações de redução de Perdas Reais e do reúso e mobilização de Prefeituras e outros atores importantes;
- Um terceiro nível de **acionamento**, em que são tomadas medidas extremas no fornecimento de água e que exigem forte envolvimento de todos os agentes da sociedade que têm responsabilidades nessa gestão e da própria população.

As ações estruturais, operacionais e comerciais da operadora de saneamento com vistas à redução das perdas na rede de distribuição de água são exatamente aquelas mostradas nas figuras 3.1 e 3.3. O que se deve fazer é, a partir de um diagnóstico básico, definir quais ações serão priorizadas, onde e em que medida.

A implementação das ações de combate às Perdas Reais geralmente priorizam aquelas que proporcionam resultados mais imediatos (curto prazo), quais sejam:

- Agilização no reparo dos vazamentos visíveis, menos pelo que significa em termos de volume perdido (como visto no item 3), e mais para evitar a deterioração da imagem da companhia de saneamento e o descrédito da população em relação à gravidade da situação e seriedade das demais ações a serem empreendidas;
- Intensificação do Controle Ativo de Vazamentos, aumentando os trabalhos de pesquisa de vazamentos não visíveis e rapidamente reparando as fugas encontradas nas adutoras de água bruta e tratada e nas redes de distribuição;
- Implantação ou melhoria do controle operacional dos níveis dos reservatórios setoriais, de maneira a impedir o extravasamento de água, bem como nas estações elevatórias de água bruta e tratada;
- Redução da pressão onde for possível, a valores inferiores ao estabelecido em norma (10 mca, segundo ABNT 12.218/1994) nos pontos críticos, sem "zerar" a pressão na tubulação; priorização das áreas com Válvulas Redutoras de Pressão - VRPs e *boosters*, bem como aquelas em que é possível realizar manobras nas válvulas da rede e reduzir a pressão; tais ações são realizadas em um período do dia, geralmente à noite, quando as pressões se elevam, as vazões dos vazamentos aumentam e os prejuízos do desabastecimento à população são menores.

Medidas estruturais, que normalmente requerem maior tempo de execução (projeto e obra) e recursos de investimento para implantação, deverão ser feitas após análise

técnica e econômica, tais como o rezonamento piezométrico, a implantação de novas VRPs, a implantação de DMCs, as trocas de ramal e a substituição de redes de água em trechos críticos.

Na área comercial, deve-se implantar um vigoroso combate às fraudes e acelerar a substituição dos hidrômetros com muito tempo de instalação na rede, ou aqueles que se encontram quebrados ou com perfil de consumo inadequado.

A realização de intensivas e extensivas campanhas de esclarecimentos, informações e conscientização é tão importante quanto as medidas estruturais e operacionais adotadas, em que a **transparência** da operadora é a principal "moeda de troca" para se obter um efetivo engajamento da população.

A crítica que pode ser feita ao que foi proposto é que está se priorizando "o efeito", e não "a causa" dos vazamentos. É isso mesmo, pois o que se cobra nessa situação momentânea é a urgência das medidas e a obtenção de resultados em curto prazo.

O agravamento da crise pode levar à decretação do Racionamento da água, medida emergencial para adequação do consumo à disponibilidade hídrica nos mananciais.

5.3 - Racionamento de Água

O Racionamento de água pode ser feito de duas formas:

- Imposição de **Quotas de Consumo**, em que cada cliente deve reduzir o seu consumo mensal em um percentual relativo à média do consumo histórico da ligação; multas ou aumento do preço por m³ da água consumida após a quota máxima estabelecida devem ser definidos;
- Execução de **Rodízio de Abastecimento**, em que o suprimento de água é cortado periodicamente em setores ou subsetores da rede de distribuição (fechamento de válvulas na rede ou nas saídas de reservatórios, desligamento de bombas), geralmente no esquema X dias sem água versus Y dias com água.

Serão feitas a seguir considerações operacionais e comerciais sobre cada uma das formas de execução de Racionamento de água (SABESP, 2014), com foco nas perdas.

QUOTAS DE CONSUMO

- A redução do consumo enseja o aumento da pressão na rede de distribuição, o que aumenta as perdas por vazamentos;
- Ao reduzir o consumo, as vazões nos hidrômetros se deslocam para a faixa de maior imprecisão de medição, aumentando, portanto, a submedição;

- Há maior propensão às fraudes, como forma de iludir a quota de consumo definida ou de fugir das multas ou custos adicionais quando for ultrapassada a quota;
- O Sistema Comercial da companhia de saneamento é bastante exigido, e deve estar preparado para dar o devido suporte operacional e logístico à gestão do racionamento;
- A população é envolvida com maior intensidade, sentindo-se também responsável pela obtenção dos resultados.

RODÍZIO DE ABASTECIMENTO

- A supressão temporária e alternada do abastecimento danifica estruturalmente as redes de distribuição de água; na regularização do abastecimento, após a normalização dos níveis e vazões dos mananciais, os indicadores de perdas das áreas que foram submetidas a rodízio elevam-se significativamente, demorando anos para que se restabeleçam os índices de perdas anteriormente verificados na área;
- Na volta do abastecimento, com as caixas d'água vazias e as válvulas de boia baixas, os fluxos de água no hidrômetros são elevados, diminuindo a submedição; por sua vez, com a despressurização, as pressões médias reinantes são menores, "diminuindo" as vazões perdidas pelos vazamentos; daí os indicadores de perdas caem, dando a falsa impressão de que as perdas diminuíram; na verdade, com a ocorrência de rodízios, os números obtidos nos cálculos dos indicadores são frágeis e podem levar a conclusões equivocadas;
- A despressurização das redes permite a entrada de impurezas pelos furos eventualmente existentes nas tubulações, podendo ocasionar problemas de ordem sanitária ou de saúde pública pelo consumo posterior da água;
- Há riscos à segurança pública, caso haja sinistros (incêndios) nas áreas que estão com o abastecimento suprimido; igualmente, o abastecimento de hospitais fica difícil, exigindo esquemas especiais para esse tipo de atendimento (caminhões-pipa, direcionamentos operacionais, ligações diretas de adutoras ou linhas primárias etc.);
- Os sacrifícios impostos pela falta d'água são desiguais, pois as pessoas que moram em locais mais distantes ou mais altos sempre serão as mais penalizadas;

- Há sempre prejuízos à imagem da companhia de saneamento quanto à passagem de ar pelos hidrômetros, nos momentos em que a rede de distribuição está sendo recarregada;
- As operações cotidianas de fechamento e abertura de válvulas nas redes, e a atenção redobrada das equipes de controle sanitário, exigem a mobilização de grande contingente de mão de obra operacional;
- A obtenção dos resultados é "transferida" à companhia de saneamento, pois a população "faz a sua parte" assumindo o desconforto de conviver com a falta d'água temporária, controlando o volume das caixas d'água domiciliares e recorrendo a outras formas de armazenamento doméstico de água (bacias, baldes) ou mesmo reativando antigas cisternas.

Sob o ponto de vista exclusivamente do controle de perdas, **a execução de racionamento através da imposição de Quotas de Consumo é menos danosa ao sistema do que a realização de Rodízios de Abastecimento**. Os problemas apontados quando da realização de racionamento por Quotas de Consumo são sanados com as medidas operacionais corretivas já conhecidas. No documento europeu recentemente editado (EUROPEAN COMMISSION, 2014), há recomendação expressa para se evitar a realização de Rodízios de Abastecimento (ver também CHARALAMBOUS, 2014).

No Brasil, a prática mais comum no setor de saneamento é a realização de Rodízios. O setor elétrico, na crise de energia de 2001, adotou o modelo de Racionamento por Quotas de Consumo.

Como conclusão, independentemente de qualquer decisão local, duas questões são universais e importantes nesses episódios de estiagem:

- A existência de **Planos de Contingências**, no âmbito da Gestão de Riscos, amplamente discutidos e periodicamente revisitados e testados;
- A absoluta **transparência** da situação existente e das medidas estruturais, operacionais e comerciais que serão tomadas, sob pena de gerar desconfianças na população e nos demais entes responsáveis, que só prejudicam as delicadas gestões e interações posteriores.

Esta não é a primeira vez e nem será a última que ocorrerá uma estiagem, aqui e em qualquer lugar do mundo. Cabe à operadora de água estar sempre preparada técnica, logística e economicamente para enfrentar essas situações; as ações de controle de perdas são permanentes, e quanto mais intensa for a sua aplicação cotidiana, menores serão as repercussões negativas no abastecimento de água em uma futura crise.

6 - INTERNALIZAÇÃO DO CONTROLE DE PERDAS

O fracasso de muitos dos projetos e programas de controle e redução de perdas decorre dos seguintes fatores (GOMES, 2012), entre outros:

- Pouco conhecimento da natureza das perdas;
- Não valoração do impacto das perdas;
- Elaboração de projetos deficientes;
- Custos extremamente subestimados;
- Inconsistência de argumentos para conseguir recursos;
- Fracasso em perceber que redução de perdas é:
 - Não apenas um problema técnico isolado;
 - Inerente ao gerenciamento e operação global do sistema;
 - Não uma atividade eventual, mas algo que requer comprometimento a longo prazo.

Mais uma vez, o **controle de perdas não deve ser uma ação episódica, pontual e desprovida de acervo técnico e gerencial, movida a empirismos, convicções sem fundamento conceitual e visões de curtíssimo prazo.**

Além do conhecimento dos vários tipos de perdas que ocorrem em um sistema, e das medidas técnicas mais adequadas para combatê-los, há alguns pontos essenciais associados que serão debatidos a seguir.

6.1 - Planejamento Estratégico

Pela importância da questão das perdas nas operadoras dos sistemas de água, conforme destacado neste e em vários outros documentos, ela deve compor um item prioritário na gestão das empresas, sejam grandes, médias ou pequenas, públicas ou privadas.

Para as operadoras de menor porte, qualquer programação anual ou quinquenal deve prever as ações de combate às perdas, com os recursos e resultados esperados bem definidos.

Nas grandes e médias operadoras, já é usual se trabalhar com o processo de Planejamento Estratégico, com seus três níveis de atuação - Estratégico, Tático e Operacional, e uma construção participativa apoiada em análises de cenários, diagnósticos internos, prioridades, interações, medições de desempenho e

orçamentos, traduzida em metodologia de gestão e acompanhamento como, p. ex., o *Balanced Scorecard* - BSC.

No setor de saneamento, em especial no que tange ao combate às perdas, um grave problema é a não execução daquilo que foi planejado (BAGGIO, 2015). Para tanto, com o pressuposto de que a construção do Planejamento Estratégico foi bem conduzida, a operacionalização das ações de combate às perdas, no âmbito de um estruturado Programa, requer:

- A coordenação geral e o pleno envolvimento assumidos pela cúpula estratégica da operadora;
- O monitoramento, o acompanhamento e a realização de avaliações periódicas do andamento do Programa.

Se a todo esse processo participativo e integrador não corresponder a necessária materialização das ações e, principalmente, dos resultados, perderam-se tempo e recursos, levando ao descrédito todo o processo.

6.2 - Diagnóstico Operacional

Conhecer o problema é o primeiro passo para solucioná-lo. Esse conhecimento envolve a coleta de dados no tempo e no espaço, a geração e processamento das informações e a correta interpretação das mesmas, de forma a vincular a necessidade (ou não) da adoção das ações mais corretas para avançar nos resultados. De que adianta realizar esforços de pesquisa de vazamentos não visíveis em uma área em que o problema maior está nos Vazamentos Inerentes? Qual é o maior problema no sistema, as Perdas Reais ou as Aparentes?

Como já foi citado, a compartimentação das redes de distribuição (setor, zonas de pressão, DMCs) permite análises mais precisas do quadro existente, um direcionamento mais eficaz das ações e recursos e uma análise mais acurada dos resultados obtidos e eventuais revisões de linhas de atuação.

O Quadro 6.1 apresenta o conteúdo mais imediato do que se enquadra em um diagnóstico do sistema de água com vistas à gestão de perdas (FARLEY, 2008; GIZ, 2010).

Questão	Métodos Disponíveis
Conhecemos o sistema de abastecimento?	Cadastro da rede atualizado, cadastro comercial, setorização, modelagem hidráulica
Quanta água se perde?	Macromedição, micromedição e determinação do Balanço Hídrico (Auditoria das Águas)
Onde a água é perdida?	Projetos piloto, DMCs, registro e mapeamento de falhas, cadastro comercial
Como determinar os tipos de perdas?	Vazão mínima noturna, ensaios de campo para determinar os componentes das perdas, ensaios de medidores em bancada etc.)
Por que se perde?	Efeitos da pressão, materiais, mão de obra, controle ativo de vazamentos, registro de falhas

Quadro 6.1 - Elementos para o Diagnóstico

O Quadro 6.2 mostra algumas informações de contexto que permitem à companhia de saneamento ter uma ideia inicial da sua situação geral, a partir de dados e indicadores comumente necessários ou utilizados nesse tema (adaptado de EUROPEAN COMMISSION, 2014).

Um aprimoramento do diagnóstico, aumentando o nível de precisão dos dados, geralmente requer a realização de ensaios de campo, exigindo maior aporte de equipamentos, técnicas executivas e recursos.

6.3 - Definição de Metas de Longo Prazo

Impor a busca dos limites técnicos de perdas como meta de longo prazo não é correto, na grande maioria dos casos. Mesmo que algumas cidades já tenham atingido o valor de $IVI = 1$ para as Perdas Reais, é mais interessante buscar valores que se aproximem do limite econômico. Isso vale também para as Perdas Aparentes ($IPA \leq 1$, para sistemas sem caixas d'água).

Entretanto, a definição do índice econômico de perdas requer dados de custos unitários, nem sempre disponíveis ou, se disponíveis, não se apresentam com uma confiabilidade compatível. Provavelmente por isso é que ainda não se sistematizou o estabelecimento das metas em função de um cálculo econômico específico para dada região ou sistema no Brasil. No Reino Unido esses valores econômicos já estão sendo exigidos das companhias pelo órgão regulador (em milhão m^3 /ano), a partir de metodologia e critérios gerais preestabelecidos.

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

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

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

Quadro 6.2 - Informações de Contexto

A otimização de algumas atividades de redução de perdas, tais como o Controle Ativo de Vazamentos, a Substituição de Redes ou a Substituição de Hidrômetros é mais factível, sendo possível chegar a um ponto de equilíbrio adequado nessas atividades em função da realidade de cada sistema ou região.

O que se vê em documentos ou apresentações de consultores internacionais (LAMBERT, 2006, dentre outros), é que, para a obtenção de resultados, segura e economicamente viáveis a curto prazo, as ações de reparo de vazamentos, pesquisa de vazamentos não visíveis e gerenciamento de pressão (VRPs e *boosters*) são as mais indicadas; as que envolvem a melhoria da infraestrutura (setorização e substituição de infraestrutura), e que dão resultados permanentes e a longo prazo, devem merecer planejamento e estudos mais criteriosos, dados os custos mais elevados de execução (especialmente pela necessidade de emprego de métodos não destrutivos nos grandes centros urbanos ou nas áreas centrais das cidades).

Com a finalidade de sinalizar às companhias de saneamento a sua situação frente às Perdas Reais, em função do nível de desenvolvimento do país e das pressões médias reinantes, o Banco Internacional de Desenvolvimento e Reconstrução - BIRD propôs um sistema de bandas (em termos de IVI e indicador em L/ligação.dia), em que o nível mais elevado (A) pode ser utilizado como uma meta inicial e, gradativamente, ao se atingir tal meta, reavaliar e buscar novos desafios posteriormente. O Quadro 6.3 mostra o sistema de bandas proposto pelo BIRD (KINGDOM, 2006).

Categoria de Performance Técnica		IVI	Perdas Reais, em L/ramal.dia, quando o sistema está pressurizado, com pressão média de:				
			10 mca	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	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

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

Quadro 6.3 - Sistema de Bandas do BIRD

Desta forma, um sistema no Brasil com IVI atual de 8, e pressão média de 40 mca, pode buscar a meta de IVI = 4, ou seja, atingir valores para as Perdas Reais próximos a

200 L/ligação.dia. Atingido esse patamar, pode-se buscar valores inferiores como próximo desafio.

Como já relatado, no documento de referência europeu (EUROPEAN COMMISSION, 2014), há a sugestão de definirem-se metas a partir do volume anual perdido, em milhão de m³/ano.

6.4 - Melhoria dos Projetos, Materiais, Metodologias e Tecnologias

As perguntas mais triviais feitas por leigos, ao se depararem com as explicações dadas por técnicos quanto às causas principais das perdas em sistemas de abastecimento de água, são:

- Por que os tubos vazam tanto?
- Como pode um medidor marcar tanto a menos? Não existe um medidor de água que leve em consideração a existência, em muitos países, de caixas d'água domiciliares?

De fato, os tubos mais antigos da rede, de ferro fundido não revestido, apresentam tubérculos (que aumentam as perdas de carga e exigem maiores pressões) e pontos de corrosão, além de problemas nas juntas, que potencializam a ocorrência de vazamentos. Mesmo tubos mais novos, se mal dimensionados estruturalmente em face das pressões reinantes, ou com execução precária, também estão sujeitos a muitos vazamentos.

E o que falar dos tubos pretos de PEAD, não raro de baixíssima qualidade, instalados nos ramais, com excesso de peças e juntas? A substituição de ramais por outros com especificações mais rigorosas para os tubos deve ser feita dentro de critérios corretivos (ao se constatar um vazamento no ramal, não repará-lo, mas sim trocá-lo) ou preventivos (trocas de redes concomitantes com os ramais, ou mesmo a troca em uma área, se constatadas fragilidades generalizadas nos ramais nessa área).

O desenvolvimento da qualidade dos materiais das redes e ramais é mais bem fundamentado se as companhias adotarem o "Registro de Falhas" como ferramenta, apontando onde e a quantidade de falhas ocorrentes, subsidiando os diagnósticos dos problemas e as melhorias futuras.

O que se vislumbra para as **redes e ramais**, em curto prazo, é a implantação de tubos de PEAD soldados (processos de eletrofusão ou termofusão), de alta resistência, constituindo uma estrutura monobloco. É uma tecnologia já disponível, e que também deve ser implantada com os cuidados necessários, sob pena de funcionar mal, desacreditar a solução e atrasar mais ainda a sua aplicação em larga escala no setor de

saneamento. O setor de gás encanado emprega essa tecnologia há tempos (e o fluido é perigoso!).

Quanto aos **hidrômetros**, já se encontram equipamentos com metrologia mais desenvolvida, e que permitem a operação com menores índices de submedição (Classe D, p. ex.). Mais destacado ainda é o equipamento, já disponível no mercado, que não tem partes móveis (*smart meters* ou *solid-state meters*), operando em faixas de imprecisão baixas para quaisquer fluxos de água.

Outros desenvolvimentos disponíveis, que podem acelerar ou aprimorar a obtenção de bons resultados nas ações de combate às perdas, são:

- Utilização dos **loggers de ruídos** na rede, que potencializam a identificação de vazamentos (diminui o tempo de "conhecimento" da fuga); igualmente, a pesquisa de vazamento periódica em grandes adutoras ou tubulações de alta responsabilidade, por meio de equipamentos de inserção (tecnologias Sahara ou SmartBall), se justifica, após detalhado diagnóstico e identificação de trechos prioritários, em vista dos elevados custos atuais dessas tecnologias;
- Aplicação de **macromedidores** de inserção ultrassônicos ou eletromagnéticos, menos custosos na instalação e com boa precisão nas medições;
- A **telemetrização dos hidrômetros** instalados nos grandes consumidores, acoplados a sensores de pressão, úteis para a apuração dos volumes, o controle das vazões horárias e o monitoramento das pressões na rede de distribuição;
- Utilização de **sistemas georreferenciados**, associados aos sistemas operacional e comercial e à **modelagem hidráulica** da rede, que otimizará a definição e a gestão dos planos piezométricos e auxiliará na priorização de substituição de redes de água.

Por fim, a elaboração de **projetos** da expansão de redes (ou substituição de redes em uma área), prevendo-se as tubulações mais desenvolvidas tecnologicamente, a compartimentação piezométrica que possibilite trabalhar com pressões mais baixas e a compartimentação operacional, por meio dos DMCs.

6.5 - Capacitação Profissional

Quantas companhias ou operadoras de saneamento do Brasil possuem Centros de Treinamento Operacional para os seus funcionários e para os funcionários terceirizados? Não um simples Centro que esporadicamente é utilizado para algum treinamento específico, mas um verdadeiro Centro, profissionalizado, com técnicos experientes dedicados exclusivamente a essas tarefas, e com amplo espectro de bancadas de treinamento? Provavelmente a resposta é "**nenhuma**". Esta

implementação deve ser prevista, projetada e construída nas empresas, com todo o cuidado e rigor técnico requeridos, não só na implantação, mas também na gestão posterior. Dividir o conhecimento é a melhor forma de não perdê-lo (MACHADO, 2015).

E o que falar a respeito da Certificação Profissional? No Brasil, ainda é incipiente no setor de saneamento (felizmente abrangendo algumas atividades de controle de perdas, mas com abrangência reduzida em termos de profissionais certificados em relação ao total), mas é muito comum nos setores eletromecânico e petroquímico. Também em outros países (Estados Unidos, p. ex.) a Certificação é amplamente difundida no setor de saneamento.

A Certificação pressupõe o treinamento prévio, pois o profissional deverá passar em seguida por exames teóricos e práticos para demonstrar as suas habilidades técnicas. No Brasil já estão disponíveis:

- Certificação profissional para as atividades de detecção acústica de vazamentos não visíveis:
 - Treinamento: Privado;
 - Campo de prova e aplicação de exames práticos: SABESP;
 - Entidade certificadora: Associação Brasileira de Ensaaios Não Destrutivos e Inspeção - ABENDI.
- Certificação profissional para as atividades de leitura e entrega de contas:
 - Treinamento: SABESP;
 - Campo de prova e aplicação de exames práticos: SENAI;
 - Entidade certificadora: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES.
- Certificação profissional para as atividades de instalação de ramais e reparo de vazamentos: ainda em fase de reconhecimento de experiência, comprovada por meio de currículo; esse reconhecimento é válido até o início efetivo do processo de certificação; em princípio, o sistema estará estruturado da seguinte forma:
 - Treinamento: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI;
 - Campo de prova e aplicação de exames práticos: SABESP;

- Entidade certificadora: Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção - ABENDI.

Há certificações específicas no Brasil para os setores de manutenção mecânica, soldas e soldas de tubos de polietileno, que integram várias ações do setor de saneamento.

As atividades de certificação profissional podem e devem ser ampliadas, incorporando todas as ações ligadas à redução de perdas. Mais do que simplesmente existir o processo de Certificação, é muito importante a ampla difusão e a efetiva incorporação desse processo nas operadoras de saneamento do Brasil.

6.6 - Renovação de Ativos

Para o controle de perdas, a renovação da infraestrutura das redes de distribuição de água é fundamental, envolvendo:

- O sistema linear, composto pelas adutoras, redes de distribuição e ramais;
- As válvulas de bloqueio e demais órgãos acessórios vinculados à rede de distribuição;
- Os equipamentos eletromecânicos;
- Os macromedidores e os hidrômetros.

São atividades que demandam um montante elevado de recursos, e por isso mesmo exigem um diagnóstico bem fundamentado para a priorização das trocas, e a provisão orçamentária necessária. Atualmente, para se trabalhar nas áreas centrais das grandes cidades, as exigências das Prefeituras obrigam ao emprego de métodos não destrutivos e ao dispêndio de tempo maior para a obtenção das liberações para os trabalhos no sistema viário.

Por isso, a Renovação dos Ativos é uma atividade de maturação mais lenta e, como ataca as causas dos problemas, os seus resultados são permanentes, até o final da vida útil das estruturas ou equipamentos, quando o ciclo se reinicia. De alcance mais amplo, a Renovação deve se inserir em um amplo Programa de Gestão de Ativos da empresa.

6.7 - Gradualidade das Intervenções

Frequentemente as companhias de saneamento se deparam com dúvidas acerca do nível de complexidade nas ações a se implantar para a obtenção de bons resultados nos seus Programas de Redução de Perdas. Ocorre, muitas vezes, a crença de que somente com a utilização de tecnologias sofisticadas se consiga lograr uma redução das perdas e mantê-las posteriormente.

O Quadro 6.4 (RODRIGUES COSTA, 2013) apresenta propostas de três diferentes estágios para engendrar uma estruturação de um Programa de Redução de Perdas, pautadas na gradualidade das intervenções e compatível com a situação presente de cada companhia de saneamento ou localidade.

Nas atividades ligadas ao controle de perdas, o conhecimento é mais importante do que as convicções, o esmero na execução é mais importante do que a sofisticação dos meios, a persistência é mais importante do que a intensidade.

6.8 - Confiabilidade das Estruturas

As tubulações de água nos sistemas públicos de abastecimento atuam sob pressão, constituindo um fator de risco ao permear por todo o tecido urbano. A grande maioria dos problemas de vazamentos ou arreventamentos causa pouco impacto, gerando algum desconforto pelas interferências no próprio abastecimento e no tráfego.

Porém, há situações em que os sinistros envolvem danos às propriedades, riscos à integridade física das pessoas e interrupções no tráfego nas vias (arreventamentos); mesmo os pequenos vazamentos não visíveis em ramal, dependendo do relevo, do padrão de construção e outros fatores associados à pobreza, podem gerar condições que propiciem o desmoronamento do imóvel, com consequências drásticas (existem vários casos relatados em muitas operadoras de água). Há perdas de água, com certeza, mas isso não é o principal problema quando se fala do potencial de risco ligado a essas situações nas tubulações pressurizadas.

Assim, a operadora de água deve ter atividades regulares que busquem conciliar um melhor padrão de serviço no fornecimento da água com menores riscos de acidentes. Dentre tais atividades, aquelas mais diretamente associadas ao problema das perdas são:

- Inspeções estruturais e operacionais nos reservatórios setoriais (controles e extravasores) e estações elevatórias (dispositivos de proteção);
- Manutenções preditivas e preventivas;
- Redução e estabilização de pressões nas adutoras e redes de distribuição de água;
- Pesquisas de vazamentos não visíveis, planejadas e regulares, nas adutoras e redes de distribuição de água;
- Análise de histórico de vazamentos ou acidentes, buscando aprimorar o diagnóstico para identificar os trechos de tubulações a serem remanejados ou substituídos.

Ação	Mínimo	Razoável	Desejável
Cadastro Técnico	Plantas cadastrais com a localização das redes de distribuição e outras informações básicas, tais 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, Distritos de Medição e Controle 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.
Macromedição	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 Distritos de Medição e Controle macromedidos e telemetrizados, propiciando o monitoramento contínuo da vazão. Utilização de cartas de controle (CEP), no monitoramento das vazões.
Gerenciamento de Pressão	Garantia da pressão mínima nos pontos críticos de abastecimento. Instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP) 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 setorialização, 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.
Controle Ativo de Vazamentos	Campanha de pesquisa de vazamentos, com equipe capacitada e engajada. Pesquisas 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.
Agilidade e Qualidade dos Reparos	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.
Gerenciamento da Infraestrutura	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.
Redução de Perdas Aparentes	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.

Quadro 6.4 - Estágios de Implantação das Ações de Controle de Perdas

O que se busca, portanto, é uma confiabilidade estrutural e operacional do sistema de abastecimento. Ter atividades condizentes com essa preocupação é fator de excelência de serviços. O fato de uma companhia ter um baixíssimo índice de acidentes é resultado desse esforço, que não deve ser reduzido. É um equívoco entender que, ao se realizar uma varredura para pesquisa de vazamentos não visíveis (com o pressuposto de um trabalho bem feito!) e não se tenha encontrado nenhum vazamento, "perdeu-se dinheiro", ou que a pesquisa "não deu retorno". Muito pelo contrário, isso é uma comprovação de que a rede estava em boas condições estruturais.

Mas acidentes acontecem! Excessos de chuvas ou secas rigorosas ocorrem com certa frequência! Daí ser fundamental as empresas de água (ou qualquer outra que lide com infraestrutura urbana) possuírem logísticas adequadas e Planos de Contingência para atuação rápida e organizada, para minimizar os danos e restaurar as condições operacionais no menor tempo possível. Ter Planos de Contingência (bem elaborados e testados) é próprio da função de uma operadora de água, seja por possíveis problemas climáticos, estruturais ou operacionais, mesmo que nunca seja necessária a sua utilização (o que seria o ideal...). A sua elaboração deve ser criteriosa e responsável, não se constituindo "desperdício de tempo e recursos" ou "um monte de papel".

A Gestão de Riscos é essencial e precisa ser internalizada com seriedade nas operadoras de água.

6.9 - Análise Estatística das Variáveis e Indicadores

Os números resultantes dos cálculos dos indicadores não são absolutos. Cada variável possui erros, uns menores e outros maiores, dependendo da dificuldade de obtenção. Dados de número de ligações de água e extensão de redes de água são, naturalmente, mais fáceis de serem obtidos com boa precisão; por sua vez, volumes perdidos por fraudes são, pela sua própria natureza, praticamente impossíveis de serem definidos, requerendo estimativas (com alto nível de imprecisão) para a sua valoração em um balanço hídrico.

O Quadro 6.5 apresenta imprecisões usuais na infraestrutura de abastecimento público de água (GIZ, 2010).

Os aspectos estatísticos mais importantes nessas análises são a Média, a Variância, o Desvio Padrão e o Limite de Confiança de 95%. O Anexo 1 mostra um exemplo de cálculo dos componentes de um balanço hídrico, agregando-se as faixas de precisão de cada um deles, as faixas de precisão resultantes nos componentes que são obtidos por cálculo e as variações que decorrem no número final de um indicador.

Origem dos Dados	Descrição	Banda de Exatidão
Volumes Medidos	Água que entra no sistema, consumos medidos, exportação medida	$\pm 0,1$ a 2,0%
Volumes Estimados	Consumo não medido, perdas aparentes	± 5 a 50%
Volumes Derivados	Água não faturada, perdas reais	Depende da exatidão dos dados de entrada medidos e estimados

Quadro 6.5 - Bandas de Exatidão para os Componentes do Balanço Hídrico

A IWA considera isso no seu manual sobre indicadores dos serviços de abastecimento de água (ALEGRE, 2006). Infelizmente, essa prática ainda não é comum no Brasil. A sua aplicação, no caso específico dos indicadores de perdas, deve ser incrementada, pois permite:

- Identificar as variáveis mais sensíveis no cálculo dos indicadores e aprimorar a sua obtenção (instalar medidores mais precisos, p. ex.), com melhoria na valoração dos resultados finais;
- Interpretar mais corretamente o número médio do indicador obtido que, ao associar a banda de variação, possibilita relativizar interpretações rigorosas e desprovidas de sentido nessas avaliações.

6.10 - Volumes Recuperados nos Programas de Controle de Perdas

A apuração dos resultados dos Programas de Redução de Perdas geralmente é feita a partir dos indicadores, cuja curva ao longo do tempo sinaliza a performance global das ações empreendidas. Os resultados, obviamente, aparecem também nas vazões de água tratada produzidas e nas vazões micromedidas nos consumidores finais.

Porém, a eficácia dos Programas de Controle e Redução de Perdas, em termos de volumes de água recuperados (ou seja, que deixaram de ser perdidos), incorpora também os volumes que seriam perdidos no cenário "não fazer nada", conforme explicado no item 2, subtítulo "Crescimento Natural das Perdas". A Figura 6.1 ilustra essa consideração, em que o volume recuperado corresponde à área do gráfico entre a curva do indicador do Crescimento Natural das Perdas e a curva do indicador de perdas resultante ao longo da execução das ações do Programa.

Uma interpretação limite dessa abordagem é que, mesmo que o indicador de perdas não tenha diminuído no período considerado, houve resultados nas ações empreendidas, que foram suficientes para anular o "Crescimento Natural das Perdas"; muitas vezes, esse "andar de lado" dos indicadores de perdas é fator de desmotivação das equipes técnicas e gerenciais envolvidas, como se nada do esforço que está sendo feito tenha se efetivado. Se isso pode melhorar o ânimo dessas equipes, com certeza não elimina a necessidade de reavaliar as ações e as prioridades para a obtenção de resultados mais concretos.

O Crescimento Natural das Perdas não é um valor sempre disponível, ou mesmo fácil de ser obtido com algum grau de precisão para uma área específica. Caso não se queira ou não se tenha um valor razoável para essa variável, deve se ter em mente que os volumes recuperados apurados nessa situação geram avaliações de resultados do Programa mais conservadoras.

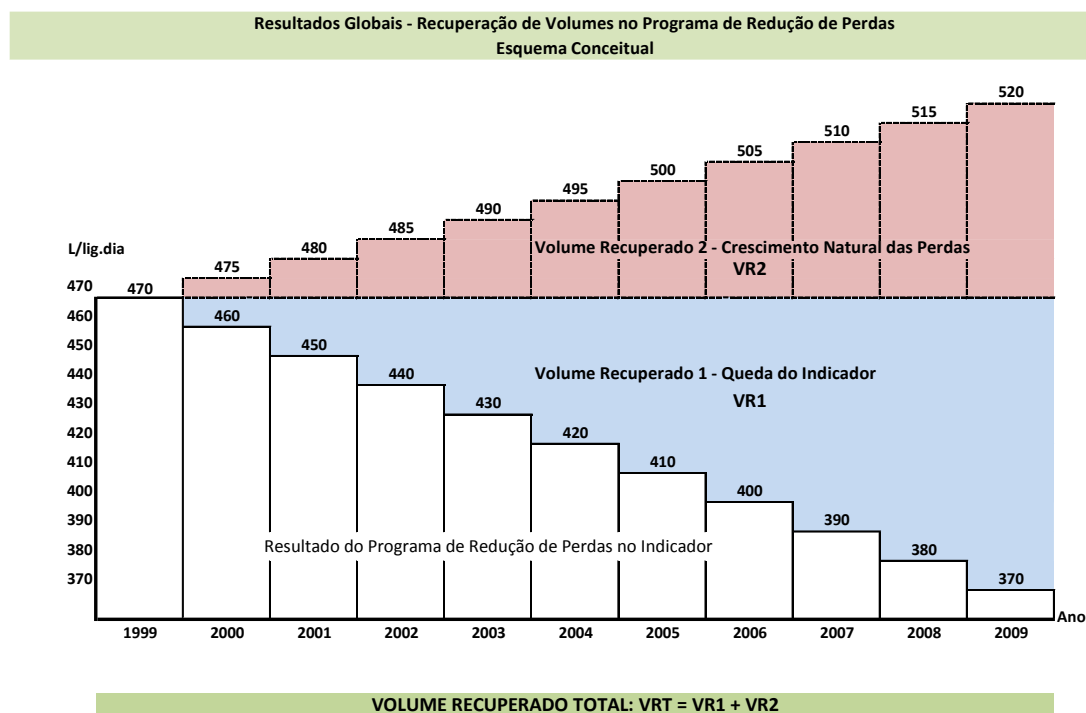


Figura 6.1 - Volumes Recuperados em um Programa de Controle de Perdas

7 - ESTRATÉGIAS DE IMPLANTAÇÃO E GESTÃO

As considerações a seguir têm como base o documento recentemente elaborado pela ABES (2013): "Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate", e o Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013).

7.1 - Aspectos Institucionais

No Brasil, a responsabilidade constitucional pela gestão do saneamento é municipal. No entanto, a característica mais presente no saneamento básico (água + esgotos) no Brasil é a figura das companhias estaduais de saneamento que, por meio de contratos de concessão, administram e operam o saneamento para 4.012 municípios brasileiros (cerca de 75% da população urbana do país), ficando os demais sob operação municipal, de forma direta ou indireta. A operação privada está ganhando presença no setor, já atuando em uma companhia estadual (SANEATINS), capitais (Campo Grande, Cuiabá e Manaus), em alguns municípios importantes do Brasil (Niterói, Petrópolis, Cabo Frio, Resende, Uruguaiana, Itu, Limeira, Araçatuba, entre outros) e em vários sistemas de menor porte (ABCON/SINDCON, 2015).

O quadro vivenciado pelo setor apresenta elevados déficits no atendimento dos serviços de água e esgotos, remanescendo importantes lacunas a serem eliminadas com vistas a alcançar a Universalização. Por sua vez, as condições operacionais dos sistemas de água (e de esgotos) ainda estão longe do que seria um padrão adequado de prestação de serviços, destacando-se, como é o objeto deste documento, a questão das perdas na rede de distribuição de água.

Presença relativamente recente no setor são as Agências Reguladoras, em número de 47 no país; desse total, 23 são de abrangência estadual, uma distrital, 20 municipais e 3 consorciadas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013). Essas agências têm competência para debater com as companhias questões relativas a perdas e respectivas metas.

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Em 2013 foi lançado o PLANSAB pelo Ministério das Cidades, contendo diretrizes, metas e ações para o Brasil no horizonte de 20 anos (2014 - 2033), com recursos totais previstos de R\$ 508 bilhões para água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem.

No PLANSAB os investimentos no setor de saneamento distribuem-se em dois tipos de ações, as **medidas estruturais**, constituídas por obras e intervenções físicas em infraestrutura de saneamento (foco na ampliação e melhoria dos ativos), e as **medidas estruturantes**, aquelas que, além de garantir intervenções para a modernização ou reorganização de sistemas, dão suporte político e gerencial à sustentabilidade da prestação de serviços, suscitando o aperfeiçoamento da gestão (foco na gestão de

ativos). Parte-se da premissa de que a consolidação das ações em medidas estruturantes trará benefícios duradouros às medidas estruturais, assegurando a eficiência e a sustentação dos investimentos realizados. Os recursos previstos para as medidas estruturais correspondem a 55,8% do total (incluindo água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos), ficando as medidas estruturantes com 44,2% (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013; ABES, 2013).

As metas globais e regionais definidas no PLANSAB para o Índice de Perdas na Distribuição estão mostradas no Quadro 7.1.

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

Quadro 7.1 - Metas para o Indicador de Perdas na Distribuição

A questão das perdas nos sistemas de água está inserida em várias macrodiretrizes do PLANSAB e explicitadas em diversas estratégias elencadas, destacando-se também as questões relativas ao atendimento às populações residentes em áreas irregulares (ABES, 2015).

Em termos de Programa, as perdas estão contempladas no **Programa 3 - Saneamento Estruturante**, de 20 anos, com recursos predominantemente não onerosos, com quatro diferentes tipos de ações:

- Ações Estruturantes de Apoio à Gestão;
- Ações Estruturantes de Apoio à Prestação de Serviços;
- Ações Estruturantes de Capacitação e Assistência Técnica;
- Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

FONTES DE RECURSOS - CONTROLE DE PERDAS

O dilema se apresenta: ainda na busca de investimentos para a expansão dos serviços de água, há necessidades importantes para a melhoria da condição operacional dos sistemas, para a qual devem convergir recursos de investimentos e custeio.

Atualmente, as linhas de financiamento federal para os sistemas de abastecimento de água, e especialmente "controle e redução de perdas" encontram-se vinculadas ao Ministério das Cidades, e são as seguintes (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013):

- Programa Saneamento para Todos, operacionalizado pela Caixa Econômica Federal - CEF, com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS;
- Saneamento Básico, que envolve o apoio à implantação, ampliação ou melhorias de sistemas de água em municípios com população superior a 50 mil habitantes, ou municípios integrantes de regiões metropolitanas ou de regiões integradas de desenvolvimento;
- Projeto COM + Água, concebido pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, por intermédio do PMSS, que tem por objetivo o gerenciamento integrado do controle e redução das perdas de água e do uso de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água, propondo uma gestão integrada e participativa com mobilização social interna e externa.

Existem também possibilidades de obtenção de financiamento para ações de combate às perdas em níveis estadual (Reáguas, em São Paulo, p. ex.), nacional (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES) ou internacional (BIRD, Japan International Cooperation Agency - JICA).

Para se atingir as metas estabelecidas, há que se contar com recursos de investimentos. Porém, a situação atual dos prestadores de serviço não favorece os investimentos em redução de perdas (ABES, 2013). Parte importante dos operadores não possui quadro de profissionais em quantidade suficiente e, mesmo quando o tem, não está suficientemente treinado e capacitado para gerenciar os sistemas de modo a manter baixos e sob controle os índices de perdas. Outro fator que agrava o problema é a precária condição física dos sistemas de abastecimento de água, com redes antigas, escassez de equipamentos e instrumentos, e até mesmo de cadastros técnicos e comerciais.

Um dos principais problemas associados aos insuficientes índices de investimento no setor de saneamento brasileiro é a baixa capacidade dos operadores de se financiar. Essa limitação está relacionada às formas como o Governo Federal disponibiliza recursos para o setor (obrigações previstas na Lei Federal 11.445/2007) e às condições econômico-financeiras ainda precárias dos operadores, que, por sua vez, se justificam em função da baixa eficiência operacional e de gestão. Ou seja, os altos custos dessas empresas (quadro de pessoal mal dimensionado, ineficiência nas compras, alto consumo de energia elétrica, altos índices de perdas de água) e a baixa capacidade de geração de receitas (gestão comercial deficiente, não aproveitamento de oportunidades na área de saneamento industrial e privado, baixa agressividade

comercial) diminuem a capacidade das operadoras de obter recursos financeiros, que seriam destinados ao seu plano de investimentos e, também, a ações de melhoria operacional, como programas de redução de perdas de água. Posto desta forma, compõe-se um "círculo vicioso" que só faz perpetuar ineficiências...

Outros fatores que têm dificultado a liberação de recursos federais são a necessidade do Município ter um Plano Municipal de Saneamento (o percentual de Municípios que estão quites com esta obrigação é inferior a 50%) e a exigência de criação de um órgão colegiado municipal de controle social para o setor (SILVA, 2015).

A saída dessa situação não é fácil e envolve diversas frentes de atuação; no que tange à melhoria de performance dos indicadores de perdas, esta é passível de ser obtida, como visto anteriormente, com medidas básicas de caráter operacional, em um primeiro momento, aprofundando-se, posteriormente, com as ações estruturais que requerem planejamento e maiores recursos de investimento (renovação de ativos, ressetorização).

7.2 - Estruturação e Gestão de Programas de Controle e Redução de Perdas

AÇÕES ESTRUTURANTES

Como relatado, um Programa de Controle e Redução de Perdas deve fazer parte do **Planejamento Estratégico** da operadora de água, incorporando metas e recursos a serem alocados para a sua viabilização.

A estruturação de um Programa de Perdas deve considerar aspectos técnicos, econômicos e de práticas de gestão, como forma de dar sustentabilidade às ações e respectivos resultados.

O gerenciamento do controle de perdas envolve o acompanhamento de diversas ações especializadas, integradas e sequenciais, avaliando o andamento e medindo os resultados. Com esses resultados serão definidas as próximas estratégias e etapas de um Programa de Controle de Perdas em uma operadora de saneamento.

De forma resumida, um Programa deve conter, minimamente, as seguintes etapas (ABES, 2013):

- Diagnóstico;
- Definição de Metas;
- Indicadores de Controle;
- Planos de Ação;

- Estruturação, Recursos e Priorização;
- Acompanhamento das Ações e Avaliação de Resultados.

Existem várias ferramentas de gestão para programas de redução de perdas. Entre eles, destaca-se o Método de Análise e Solução de Problemas de Perdas de Água e de Faturamento - MASPP. O MASPP tem sido a ferramenta da qualidade empregada em várias companhias, e pode ser entendido como uma adaptação do Ciclo do PDCA (Plan-Do-Check-Act) para programas de redução de perdas.

De acordo com os princípios do MASPP, o principal objetivo é reduzir o índice de perda de água na distribuição, a partir da redução do VD (Volume Disponibilizado) e da elevação do VU (Volume Utilizado), desafio a ser compartilhado desde o mais alto dirigente da operadora até o pessoal diretamente ligado à operação do sistema de água. Um dos pontos mais importantes é o desenvolvimento de Padrões de Trabalho pelas próprias equipes, envolvendo as atividades intrínsecas à diminuição do VD e à elevação do VU; a aplicação cotidiana e a comparação com os padrões estabelecidos permitem o aprimoramento contínuo dos processos de controle e gestão. O que se advoga é "controlar para não perder", e não "perder para controlar" (BAGGIO, 2015).

O sucesso de qualquer programa está diretamente ligado ao conhecimento e participação de todos os agentes responsáveis, em quaisquer níveis hierárquicos dentro da organização na companhia de saneamento. Complementando, cita-se uma das conclusões de um dos Estudos de Caso (Iren Emilia, Itália) relatados no documento citado na bibliografia (EUROPEAN COMMISSION, 2014):

"A gestão de perdas de água é muitas vezes retratada apenas como a implementação de soluções técnicas para um problema oculto; isto é, na verdade, parte da solução global, a qual requer também a gestão de pessoas da companhia, provendo a todos responsabilidades, treinamentos, ferramentas e técnicas comprovadas, motivando-os a realizar e inspirando-os a acreditar que eles podem fazer a diferença".

AÇÕES ESTRUTURAIS

As atividades de planejamento técnico, projeto, construção e operação estão presentes em qualquer operadora de sistemas de saneamento, o que é essencial a uma organização responsável por um dos segmentos da infraestrutura urbana.

O que se deve destacar aqui é **que a preocupação com as perdas de água devem se iniciar nas fases de "projeto" e "construção" dos sistemas de distribuição de água**, envolvendo a concepção da setorização x planos piezométricos, o posicionamento dos registros e válvulas de rede, as especificações dos materiais e equipamentos e a qualidade da execução dos serviços e obras (ver item 6.4).

Atualmente, o nível de especialização, a complexidade de algumas partes dos sistemas de água e as circunstâncias locais de cada operadora ensejam a participação de outros agentes na implantação e operação das estruturas.

No que se refere aos Programas de Redução de Perdas, o que se observa hoje nas operadoras de saneamento (públicas, privadas ou concessionárias) é o compartilhamento de parte das intervenções ou serviços programados com outros atores, em que esses vínculos se apresentam nas seguintes formas mais comuns:

- A contratação de **Serviços de Assistência Técnica**, pelo Município ou pela Concessionária, geralmente consultorias privadas especializadas, para o desenvolvimento de estudos ou projetos; tal modalidade também pode avançar no esquema de "*turn key*", em que a consultoria é contratada para elaborar o projeto de uma parte ou equipamento, implantar, testar e entregá-lo operando à empresa de saneamento;
- A **Terceirização** de partes dos serviços dos projetos ou manutenção para ações de redução de perdas; as experiências mostram que se não houver cláusulas claras quanto à garantia da qualidade dos serviços, bem como fiscalização firme por parte da contratante, tal modalidade tem como característica preponderante a ocorrência de problemas decorrentes da má qualidade da execução dos trabalhos;
- A gestão das perdas por meio de **Contratos de Performance**, cuja essência é o agente privado não ser remunerado apenas pela entrega dos serviços, como ocorreria na Terceirização, mas também pelo cumprimento das metas estabelecidas no contrato (resultados). Esta é uma modalidade nova, e que já está sendo praticada por algumas operadoras de saneamento do Brasil (AGUIAR, 2015).

A Parceria Público-Privada - PPP tem sido utilizada em grandes segmentos do sistema de água, com pouca inserção no tema específico de "perdas"; a Parceria Público-Público ainda é pouco difundida no Brasil, com um exemplo recente envolvendo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP e a Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL (ABES, 2013).

8 - OS "20 MANDAMENTOS" DO CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS

A seguir apresenta-se um exercício, **propositadamente exposto na forma coloquial**, que tem a pretensão de marcar e reforçar as questões mais importantes que foram tratadas neste documento.

Portanto, compilaram-se várias frases já consagradas no setor e propuseram-se outras, sempre com o objetivo final de facilitar o entendimento, a disseminação, a fixação e a efetiva incorporação dessas ideias no linguajar e no cotidiano dos profissionais das operadoras de saneamento.

Os "20 Mandamentos" do controle e redução de perdas são:

1. TER E ATUALIZAR CADASTRO SOBRE TODAS AS COISAS
2. SEM MEDIR NÃO HÁ O QUE CONTROLAR
3. ENGENHARIA DA OPERAÇÃO SEM DADOS E INFORMAÇÕES É BRUXARIA, SEM DIAGNÓSTICO É LOTERIA
4. INDICADOR COM DADOS DE ENTRADA "FURADOS" INDICA CABEÇADAS À VISTA
5. MATERIAL "DE PRIMEIRA" COM MÃO DE OBRA "DE SEGUNDA" DÁ RESULTADO "DE TERCEIRA"
6. MÃO DE OBRA "DE PRIMEIRA" COM MATERIAL "DE SEGUNDA" NÃO FAZ MILAGRE
7. EQUIPAMENTO SOFISTICADO NA MÃO DE TÉCNICO DESPREPARADO É JOGAR DINHEIRO FORA
8. NA GESTÃO DA PRESSÃO, CADA MCA REDUZIDO VALE A PENA; PRESSÃO ALTA "MATA"
9. SER PASSIVO NA BUSCA E CORREÇÃO DOS VAZAMENTOS ACARRETA UM "PASSIVO" NAS CONTAS DA EMPRESA
10. AGILIDADE NO REPARO DE VAZAMENTOS, SEM QUALIDADE, É INUTILIDADE
11. TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS ENVELHECEM; RENOVAR É PRECISO, SÓ MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO É PRECISO ("ENXUGAR GELO")
12. CONTROLE DE PERDAS EM GRANDES ÁREAS GERA GRANDES DÚVIDAS: DIVIDIR, MODULAR E MODELAR É GANHAR
13. HIDRÔMETRO VELHO NA REDE MEDE MAL; MEDIR "BEM" É DIFERENTE DE MEDIR "A MAIS"
14. SE DEIXAR ROUBAR ÁGUA, CADA VEZ MAIS SERÁ ROUBADO
15. AÇÕES OPERACIONAIS SEM PLANEJAMENTO, TÉCNICA E RESPONSABILIDADE TAMBÉM DÃO CERTO...ATÉ A HORA EM QUE COMEÇAM A DAR ERRADO!
16. "CÍRCULO VIRTUOSO" É EXECUTAR BEM O QUE FOI PLANEJADO E AVALIAR; "CÍRCULO VICIOSO" É NÃO PLANEJAR E EXECUTAR, EXECUTAR, EXECUTAR...
17. FAZER BEM-FEITO É MAIS BARATO A LONGO PRAZO

18. SEM ENVOLVIMENTO E COMPROMISSO DAS EQUIPES E GERÊNCIAS NÃO HÁ EXCELÊNCIA OPERACIONAL
19. SEM PERSISTIR NÃO HÁ COMO DIMINUIR (E DEPOIS MANTER) AS PERDAS
20. NÃO EXISTE "PERDA ZERO" EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

9 - O PAPEL DA ABES

A ABES tem como missão ser propulsora de atividades técnico-científicas, político-institucionais e de gestão que contribuam para o desenvolvimento do saneamento ambiental no Brasil. Neste contexto, uma das atividades mais presentes na ABES é a promoção de treinamentos para os quadros de saneamento do país, com largo histórico desde os tempos do antigo Banco Nacional de Habitação - BNH.

A grade anual de treinamentos inclui vários cursos, entre os quais os relativos a Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. A grade está disponível no *site* da ABES. Por sua vez, as seções regionais da ABES promovem também seminários, mesas redondas e debates de assuntos de interesse técnico do setor de saneamento.

Um outro tema, mais recente, ao qual a ABES não poderia se furtar, refere-se à Certificação Profissional. A Certificação é muito mais ampla do que o treinamento, pois inclui uma etapa de exames teóricos e práticos, em que o certificando deve comprovar as suas habilidades em determinada atividade, ensaio ou procedimento. A Certificação geralmente envolve três entes: o que treina, o que aplica os exames e o que certifica.

A ABES estruturou o processo internamente, e tem se colocado até o momento como entidade certificadora no caso do processo de leitura e entrega de contas da SABESP. É possível e desejável ampliar o espectro de atividades de saneamento nos processos de Certificação Profissional no Brasil, e a ABES é absolutamente proativa nesse desenvolvimento.

Além disso, como divulgação técnica e promoção do intercâmbio entre os profissionais e empresas do setor, a ABES promove:

- Os Congressos nacionais, bienalmente, com a apresentação e debate de todos os temas ligados ao saneamento ambiental;
- A publicação de livros e estudos de conteúdo técnico; em 2013 a ABES publicou o estudo "Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate", que foi apresentado e discutido no 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, em Goiânia;
- A realização de seminários *online*, em que no mês de abril de 2015 tratou do tema Perdas de Água no Brasil;
- O intercâmbio entre as entidades nacionais e internacionais (Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA, Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SILUBESA).

Na sua estrutura há as Câmaras Temáticas, que tratam dos assuntos específicos para os quais elas foram criadas, inclusive a organização de seminários; a Câmara Temática de Controle de Perdas está aberta, mas precisa ainda ser viabilizada operacionalmente em nível nacional; há Câmaras Temáticas de Controle de Perdas regionais, como a do Rio Grande do Sul, que organizou o 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água, em Julho de 2015.

Enfim, a ABES foi, é, e pretende continuar sendo um grande Fórum de debates e disseminação de ideias e técnicas no campo de saneamento ambiental no Brasil.

10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento não tratou de forma exaustiva as principais questões que envolvem as perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. Para isso já há diversas publicações que avançam em questões mais específicas do tema.

O que se espera é que tenha captado os pontos mais importantes e já consagrados no Brasil e no mundo, mostrando a situação referencial em alguns países e cidades nacionais e internacionais, e contribuindo para a formação de massa crítica para análise e debate de um tema tão presente e importante nas operadoras de saneamento. Mais ainda agora, no contexto da grave crise hídrica por que passam importantes regiões do país, em que as empresas são cobradas diuturnamente de performances operacionais compatíveis com a crise e com um padrão adequado e transparente no fornecimento de água à população. O combate às perdas pertence ao amplo e importante domínio da Gestão de Demanda, junto com o Uso Racional da Água e o Reúso, com vistas à utilização parcimoniosa do recurso hídrico.

A situação das perdas em sistemas de água não é boa no Brasil; há fatores limitadores em vários aspectos, e um deles reside na priorização das ações de investimento na expansão dos sistemas com vistas à Universalização, em detrimento à busca da excelência operacional no sistema de abastecimento de água. Há operadoras que atingiram indicadores muito bons, especialmente em centros médios e pequenos, permanecendo ainda questões a resolver em grandes centros. Neste caso, uma das preocupações mais legítimas é relativa ao "uso social da água", que envolve aspectos sociais, legais, ambientais, sanitários e econômicos, e que compõem o montante de "águas não faturadas" das operadoras. A solução escapa do rol de atribuições das operadoras ou companhias de saneamento (especialmente as concessionárias), necessitando a intervenção das municipalidades na resolução das questões fundiárias e urbanísticas vinculadas, e do Ministério Público, nas questões de cunho legal.

Como relatado em partes do documento, aqui não estão expostos dogmas, crenças ou convicções sobre o tema em questão.

O que se busca é a inserção do combate às perdas na Formulação da Estratégia (Planejamento Estratégico) das empresas, partindo de adequado diagnóstico operacional, consubstanciado em levantamentos das condições da infraestrutura hidráulica e em Balanços Hídricos, modelo IWA. Há que se considerar a grande deficiência das lideranças empresariais, qual seja, a Execução da Estratégia, que é o ponto fraco da imensa maioria das organizações (BOSSIDY, 2005), não só as do setor de saneamento. Essas deficiências podem ser vistas, pela omissão, muitas das vezes, da Alta Administração na condução dos Programas de Combate às Perdas, agravado pela indefinição no desdobramento de metas, líderes desconhecendo conceitos de

problemas, baixo grau de comunicação social interna e ausência de sistemas de recompensa por mérito.

Praticamente tudo está aberto ao debate e à racional adequação a cada realidade, em que o pressuposto básico é o conhecimento, e daí caminhar em direção ao aprimoramento técnico e gerencial, ao respeito à regulação, às leis de defesa do consumidor e à sustentabilidade das operadoras de saneamento no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABCON - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS CONCESSIONÁRIAS PRIVADAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ÁGUA E ESGOTOS/SINDCON - SINDICATO NACIONAL DAS CONCESSIONÁRIAS PRIVADAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ÁGUA E ESGOTOS. *Panorama da Participação Privada no Saneamento*, 2015
2. ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate*, 2013
3. ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB*, Câmara Técnica de Gestão de Perdas - RS, 2015
4. AGUIAR, M. *As Tecnologias no Controle de Perdas*, 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
5. ALEGRE, H. et al. *Performance Indicators for Water Supply Services*, IWA Publishing, Second Edition, 2006
6. ARREGUI F. J. et al. *Quantification of Meter Errors of Domestic Users: A Case Study*, Water Loss Seminar 2007, Bucarest, 2007
7. BAGGIO, M. *Como Formular e Executar Estratégia de Combate às Perdas, com Foco em Resultados?* 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
8. BAGGIO, M. *Gestão Operacional no Controle de Perdas*, 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
9. BANDEL, P. T. *Programa Consumo Responsável - DMAE*, 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
10. BERTOLO, R. et al. *Água Subterrânea para Abastecimento Público na Região Metropolitana de São Paulo: É Possível Utilizá-la em Larga Escala?* Revista DAE, nº 199, São Paulo, 2015
11. BOSSIDY L. e CHARAM, R. *Execução - A Disciplina para Atingir Resultados*, Editora Campus, 2005
12. CHARALAMBOUS, B. *The Hidden Costs of Resorting to Intermittent Supplies*, Lemesos, Cyprus, 2014
13. COMITÊ DA BACIA DO ALTO TIETÊ/FUSP. *Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*, 2009
14. DEPEXE, M. D. *Modelo Econômico Aplicado para a Redução da Submedição na SANEPAR*, 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
15. EUROPEAN COMMISSION - *Good Practices on Leakage Management - EU Reference Document*, 2015

16. FARLEY, M. et al. *The Manager's Non-Revenue Water Handbook – A Guide to Understanding Water Losses*, Ranhill Utilities Berhad and USAID, 2008
17. GIESEMANN, M. and PING, Z. S. *Non-Revenue Water Action Plan for Beijing*, IWA Waterloss – 2014, Vienna, 2014
18. GIZ – DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. *Guia para la Reducción de las Pérdidas de Agua – Un Enfoque em la Gestión de la Presión*, 2010
19. GOMES, A. *Montagem de Programas de Desenvolvimento Operacional*, Seminário de Gestão Organizacional e Instrumentos de Planejamento, Controle e Avaliação, Ministério das Cidades, 2012
20. INSTITUTO TRATA BRASIL - *Perdas de Água: Entraves ao Avanço do Saneamento Básico e Riscos de Agravamento à Escassez Hídrica no Brasil*, 2013
21. INSTITUTO TRATA BRASIL - *Ranking do Saneamento - Resultados com Base no SNIS 2013*, 2015
22. JOHNSON, E. and VERMERSCH, M. *IWA Guidance for Apparent Loss Reduction – Filling the Knowledge Gap*, Water 21, IWA Publishing, 2011
23. 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
24. LAMBERT, A. *Economic Intervention and Economic Leakage Level ELL: Concepts and Metodologies*, Seminário Internacional - Eficiência Operacional em Sistemas de Abastecimento de Água - SABESP, São Paulo, 2006
25. LAMBERT, A. and TROW, S. *Good Practices on Leakage Management in Europe and the UK. An Overview of the January 2015 EU Reference Documents*, CIWEM North Western and North Wales Leakage Management, 2015
26. MACHADO, R. R. *Oficina para a Construção do Documento sobre Gestão e Controle de Perdas*, 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
27. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab*, 2013
28. MCKENZIE, R. et al. *The State of Non-Revenue Water in South Africa (2012)*, Water Research Commission, 2012
29. RIZZO, A. et al. *Apparent Water Loss Control: The Way Forward*, Water 21, IWA Publishing, 2007
30. 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
31. SABESP. *Relatório Técnico - Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo*, Diretoria Metropolitana, 2014

32. SABESP. *Relatório Técnico - Programa de Redução de Perdas da SABESP na Região Metropolitana de São Paulo*, Diretoria Metropolitana, 2014
33. SHIMOMURA, M. *Sound Management for NRW Control – Turn a Vicious Circle into a Virtuous One*, Seminário Sabesp, 2013
34. SILVA, U. P. *Mais do Mesmo*, Revista Sanear, nº 26, 2015
35. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – Base 2004*, 2005
36. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – Base 2012*, 2014
37. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – Base 2013*, 2015
38. SWAN – SMART WATER NETWORKS FORUM. *Stated Non Revenue Water Rates in Urban Networks – 2011*, 2011
39. TARDELLI Fº, J. *Controle e Redução de Perdas*. In: TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de Água*. EPUSP, 1ª Edição, 2004
40. 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
41. TARDELLI Fº, J. *Perdas e Vazamentos nos Sistemas de Abastecimento de Água. Temas de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Vision de Expertos de América Latina y el Caribe*, AIDIS, 2014
42. THORNTON, J. et al. *Water Loss Control*, McGraw Hill, Second Edition, 2008

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

1. AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Manual of Water Supply Practices M36 - Water Audits and Loss Control Programs*, Third Edition, USA, 2009
2. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Leakage Management Technologies*, USA, 2007
3. IFC - INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. *Manual sobre Contratos de Performance e Eficiência para Empresas de Saneamento no Brasil*, 2013
4. IRAR - INSTITUTO REGULADOR DE ÁGUAS E RESÍDUOS. *Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição*, Portugal, 2005
5. IWA - INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. *District Metered Areas - Guidance Notes*, 2007
6. IWA - INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. *Leak Location and Repair - Guidance Notes*, 2007
7. THE NEW ZEALAND WATER & WASTES ASSOCIATION. *Water Loss Guidelines*, New Zealand, 2010

ANEXO 1

Anexo 1

Cálculo do Índice de Perdas, considerando as Bandas de Exatidão dos Parâmetros

Conceitos

Média (M): Valor representativo e global de um conjunto de valores, obtido pela divisão da soma desses valores dividido pelo número deles

Variância (V): Em um conjunto de dados, a variância é uma medida de dispersão que mostra o quão distante cada valor desse conjunto está do valor central (médio)

Desvio Padrão (σ): É um "erro" médio quando se aplica a média aritmética na representação de um conjunto de dados; é obtido pela raiz quadrada da Variância

Limite de Confiança de 95%: Expressa que o valor real se encontra dentro da banda de exatidão definida com uma probabilidade de 95%

Para Limites de Confiança de 95%:

$$\text{Desvio Padrão } \sigma = (\text{Volume} \times \text{Exatidão}) / 1,96$$

$$\text{Variância } V = \sigma^2$$

Exemplo Numérico

Parâmetros	Origem dos Dados ¹	Volume (m3)	Banda de Exatidão (%)	Desvio Padrão σ	Variância V
Entrada no Sistema	(M)	1.996.139	± 1,0 	10.184	103.721.650
Água Faturada	(M)	1.801.146	± 0,2 	1.838	3.377.891
Água Não Faturada	(D)	194.993	± 10,4 	10.349	107.099.541
Consumo Autorizado Não Faturado	(E)	30.000	± 20,0 	3.061	9.371.095
Perdas de Água	(D)	164.993	± 12,8 	10.792	116.470.637
Perdas Aparentes	(E)	32.999	± 50,0 	8.418	70.864.614
Perdas Reais	(D)	131.994	± 20,3 	13.687	187.335.251

1 - (M): Volume Medido; (E): Volume Estimado; (D): Volume Derivado

Fonte: GIZ, 2010

Indicador de Perdas

Entrada no Sistema (m3)	Valor Médio	1.996.139
	Maior Valor	2.016.100
	Menor Valor	1.976.178
Perdas de Água (m3) - Total	Valor Médio	164.993
	Maior Valor	186.146
	Menor Valor	143.840
Índice de Perdas (%) - Total	Valor Médio	8,3
	Maior Valor	9,4
	Menor Valor	7,1

O Índice de Perdas encontra-se entre 7,1 e 9,4%, com valor médio de 8,3%

GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO³

Adutora: Tubulação que transporta água bruta entre o ponto de captação e a ETA, ou transporta água tratada entre a ETA e os reservatórios setoriais de distribuição.

Águas Não Faturadas: No balanço hídrico da companhia de saneamento são identificadas como águas não faturadas as perdas (Reais e Aparentes) e os consumos legítimos, porém não submetidos à cobrança, tais como usos para o combate a incêndios, usos operacionais (lavagens de rede e reservatórios, p. ex.) e usos sociais em favelas e ocupações irregulares.

Balanço Hídrico: Para as condições do sistema de abastecimento de água, representa toda a distribuição volumétrica, em bases anuais, dos usos da água ao longo do processo, a partir de um determinado ponto do sistema até o ponto de fornecimento ao cliente.

Booster: Equipamento eletromecânico inserido nas adutoras ou nas redes de distribuição de água para elevar a pressão.

Certificação Profissional: Processo que envolve treinamento e comprovação de conhecimentos para o exercício de uma atividade técnica especializada.

Consumo Efetivo: Volume de água tratada real consumido pelo cliente, ou seja, o volume micromedido mais as Perdas Aparentes (submedição nos hidrômetros, fraudes etc.).

Consumo Faturado: Volume de água utilizado para o cálculo do valor da conta a ser paga pelo cliente. A diferença básica em relação ao micromedido refere-se ao critério comercial que estipula o faturamento mínimo correspondente a um volume de 10 m³/mês: caso o cliente tenha um volume micromedido no mês de 6 m³, fatura-se o equivalente a 10 m³. Desta forma, a totalização dos volumes faturados é sempre maior do que a dos volumes micromedidos.

Consumo Micromedido: Volume apurado a partir das leituras mensais dos hidrômetros instalados nos imóveis.

Controle Ativo de Vazamentos: Trabalho operacional para detectar, por meios acústicos, os vazamentos não visíveis nas redes de distribuição de água (também conhecido como “Pesquisa de Vazamentos”).

³ Este Glossário foi baseado no documento "*Relatório Técnico - Programa de Redução de Perdas da SABESP na Região Metropolitana de São Paulo, 2014*", citado nas Referências Bibliográficas

Controle Passivo de Vazamentos: Trabalho operacional de reparos dos vazamentos que afloram à superfície do terreno (visíveis).

Correlacionador de Ruídos: Equipamento que, por meio de processamento acústico, aponta o local em que ocorre um vazamento não visível nas redes de distribuição de água e adutoras.

Custódia: Situação de venda de volumes de água tratada no atacado (exportação de água tratada).

Demanda de Água: Necessidade de aporte de água tratada em uma área abastecida ou passível de suprimento, resultante da soma de todos os usos conhecidos e estimados, bem como das perdas reais no sistema de abastecimento de água.

Derivação em Marcha: Área pertencente ou não a determinado setor de abastecimento, mas que é atendida diretamente pelo sistema adutor metropolitano, ou seja, possui regime de pressões não dependente dos níveis dos reservatórios setoriais, VRPs ou “*boosters*”, mas sim dependente do regime de pressões do próprio sistema adutor. É um caso particular de um setor operacional sem reservatório de regularização.

DMC - Distrito de Medição e Controle: Subdivisão da rede de distribuição de água, com medição de vazão na entrada, para gestão e controle das ações de combate às perdas.

Economia: Unidade de consumo dos serviços de saneamento. Pode ser residencial (neste caso tem o mesmo conceito de “domicílio” do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), industrial, comercial ou pública. Muitas vezes (quando se trata de habitação unifamiliar ou um único imóvel vinculado à rede de água) a economia tem a mesma identificação que a ligação. No caso de edifícios, uma ligação atende a diversas economias.

EEA – Estação Elevatória de Água: Conjunto de instalações destinadas a transferir água de uma cota mais baixa para outra mais alta.

ETA - Estação de Tratamento de Água: Conjunto de processos, estruturas, instalações e equipamentos, para potabilização da água captada nos mananciais e posterior distribuição à população, dentro de parâmetros de qualidade definidos na legislação.

Extravasamento: Componente das Perdas Reais em que, por falha do controle operacional dos níveis d'água, há transbordamento de água nos reservatórios setoriais.

Falta d'água: Evento em que o sistema sofre períodos de desabastecimento prolongados durante o dia. Geralmente se deve a insuficiências ou limitações na

produção, adução ou na distribuição, bem como a paradas em sistemas elevatórios. Nestes casos é típico o recebimento da água pelos clientes durante o período de menor consumo (madrugada).

Fraude: Utilização não autorizada de água da rede de distribuição, por meio de intervenções nos hidrômetros ou desvios da água (*by pass*).

Geofone: Equipamento acústico utilizado na indicação e localização de vazamentos não visíveis nas redes de distribuição de água.

Gerenciamento de Pressão: Ação estrutural e operacional que tem a finalidade de estabilizar as pressões e mantê-las dentro dos padrões mínimos exigidos por Norma.

Haste de Escuta: Equipamento acústico utilizado na indicação de vazamentos não visíveis nas redes de distribuição de água.

Hidrômetro: Equipamento utilizado para medir os consumos de água dos imóveis.

Hidrometração: Característica do sistema de distribuição de água que diz respeito à medição dos consumos dos clientes através de hidrômetros.

Intermitência: Evento em que a entrega da água ao cliente é deficiente ao longo do dia, sem continuidade, ou ainda com pressões baixas durante alguns períodos. Geralmente o cliente não recebe água durante os horários de máxima demanda no sistema e as causas estão ligadas a insuficiências na rede de distribuição, como a ocorrência de perdas de carga excessivas, ou ainda ao subdimensionamento de sistemas elevatórios ou de reservação.

IPA – Índice de Perdas Aparentes: Indicador que relaciona o valor das Perdas Aparentes ocorrentes em um sistema com um valor referencial (adimensional).

IPD_t - Índice de Perdas na Distribuição: Indicador de perdas na rede de distribuição, a partir dos volumes entregues nos reservatórios setoriais (ou disponibilizados à distribuição). Contempla as perdas totais (Reais + Aparentes) nas redes de distribuição e no seu cálculo são utilizados os volumes micromedidos (e não os faturados). Pode ser gerado mensalmente, com média móvel de 12 meses, e é expresso em L/ligação.dia (ligações ativas).

IP_f - Índice de Perdas de Faturamento: Indicador de perdas na rede de distribuição, a partir dos volumes entregues nos reservatórios setoriais (ou disponibilizados à distribuição). Contempla as perdas totais (Reais + Aparentes) nas redes de distribuição e no seu cálculo são utilizados os volumes faturados (e não os micromedidos). Pode ser gerado mensalmente, com média móvel de 12 meses, e é expresso em porcentagem.

IVI – Índice de Vazamentos da Infraestrutura: Indicador de Perdas Reais, que relaciona o valor das perdas ocorrentes em um sistema com as Perdas Inevitáveis (adimensional).

Ligação Ativa: Conexão de água ou esgoto que está em pleno funcionamento e que contribui para o faturamento da companhia, no período considerado.

Ligação Clandestina: Conexão efetuada por terceiros na rede de distribuição de água ou de coleta de esgotos, sem o conhecimento ou autorização da companhia de saneamento.

Ligação de Água: No conceito geral, representa a conexão do imóvel do cliente à rede de distribuição de água, materializada pelo ramal predial de água. É mais associada à existência de um ponto de medição (hidrômetro) do que ao ramal predial de água. Isso decorre do fato de existirem os cavaletes múltiplos, onde, para cada duas ou três ligações, corresponde apenas 1 (um) ramal predial.

Ligação Inativa: Aquela que está desconectada do sistema de abastecimento de água ou coleta de esgotos, e que não contribui para o faturamento da companhia, no período considerado.

Macromedição: Conjunto de medições realizadas no sistema de abastecimento de água, desde a captação de água bruta até as extremidades de jusante da rede de distribuição (excluindo os hidrômetros dos clientes finais). Tais medições são relativas, principalmente, a vazões e volumes em várias etapas do processo (volumes captados, produzidos nas ETAs, exportados, entregues nos reservatórios setoriais ou em pontos específicos do sistema de abastecimento).

Manutenção Corretiva: Atuação após a ocorrência de um problema no sistema de água, que pode ter origem estrutural (rompimento, p. ex.) ou operacional (falha em uma bomba, p. ex.); os atributos principais da manutenção corretiva são a prontidão e a agilidade na solução do problema, que ocorre “sem hora marcada”;

Manutenção Preventiva: Atuação no sistema de forma a evitar a ocorrência de problemas: efetuar trocas de todos os ramais em uma região (a partir de histórico de vazamentos), ou realizar paradas programadas para avaliação dos conjuntos motobombas; uma intervenção preventiva é programada, controlada e acarreta menores danos ao abastecimento do que a que não é programada;

Manutenção Preditiva: Acompanhamento periódico da rede e dos equipamentos, baseado na análise de dados coletados através de monitoramento, ensaios ou inspeções em campo, não necessitando, em geral, de interrupções da operação; a preditiva sinaliza a possibilidade de ocorrência de um problema e dispara uma atuação preventiva para evitar a efetivação do problema. Enquanto a manutenção preventiva

troca uma peça pura e simplesmente pelo seu tempo de uso, a preditiva analisa sua condição real.

Micromedição: Medição permanente dos consumos mensais realizada no ponto de suprimento aos clientes finais da companhia de saneamento, geralmente através de hidrômetros, tendo em vista os processos de faturamento e controle de perdas na distribuição.

Nível Econômico de Perdas: Valor referencial das perdas em um sistema de abastecimento de água, em que os custos das ações para a redução das perdas equivale ao custo marginal de produção e distribuição da água.

Perda Aparente (Não Física ou Comercial): Aquela decorrente de erros de medição de volumes (submedição nos hidrômetros), fraudes, subestimações e erros no cadastro comercial da companhia de saneamento; nesse caso, a água é consumida, porém não é faturada pela companhia.

Perda Real (Física): Aquela decorrente de vazamentos nas tubulações (adutora, rede, ramal e cavalete) e nas estruturas, bem como extravasamentos nos reservatórios e aquedutos; nesse caso, a água não chega ao consumidor, perdendo-se no caminho entre a ETA e o consumidor final.

Perda Real Inevitável: Nível de perdas a partir do qual é impossível reduzir, por limitações eminentemente técnicas ou tecnológicas nos dias presentes.

Perda Total: Diferença entre o volume produzido nas ETAs (ou entregue nos reservatórios setoriais) e os consumos autorizados na adução ou distribuição (medidos/faturados e os usos legítimos não faturados); representa a soma da Perda Real com a Perda Aparente.

Ramal Predial: Parte do sistema de distribuição de água ou de coleta de esgotos que conecta a rede de distribuição ao imóvel consumidor dos serviços.

Reabilitação de Redes: Processo que busca restaurar as condições hidráulicas e estruturais de uma tubulação existente.

Rede Primária: Tubulação de água que sai do reservatório setorial e supre as redes secundárias, sendo responsável pelo plano de pressão do setor de abastecimento ou zona de pressão; na rede primária não há conexões prediais. A rede primária também é conhecida como Anel Primário.

Rede Secundária: Tubulação de água que é suprida por rede primária e que suporta todas as conexões prediais.

Renovação de Ativos: Substituição ou restauração das características iniciais das estruturas, equipamentos ou tubulações.

Reservatório Setorial: Estrutura responsável pelo armazenamento de água de um setor de abastecimento, e que permite a regularização das flutuações horárias dos consumos no setor.

Setor de Abastecimento: Área de rede de distribuição confinada por limites estanques e permanentes, implantada em campo, e alimentada por um ou mais pontos de adução ou de produção (ETA ou poço), de modo a buscar o pleno abastecimento com eficácia operacional.

Submedição nos Hidrômetros: Apuração de volumes de água a menos do que efetivamente foi consumido, devido a desgastes nos hidrômetros e/ou aos baixos fluxos de água.

Substituição de Hidrômetro: Troca de um hidrômetro por outro novo, em razão de manutenção corretiva (hidrômetro quebrado ou com defeito) ou preventiva (periódica, para diminuir a submedição).

Substituição de Ramal: Troca de um ramal existente por outro novo, de igual ou diferente diâmetro, por método destrutivo ou não destrutivo, com a finalidade de recuperar ou estabilizar as condições hidráulicas ou estruturais do tubo.

Substituição de Rede: Troca de uma rede existente por outra nova, de igual ou diferente diâmetro, por método destrutivo ou não destrutivo, com a finalidade de recuperar ou estabilizar as condições hidráulicas ou estruturais da tubulação de água.

Usos Operacionais, Emergenciais e Sociais: Componentes do balanço hídrico que contabilizam os consumos legítimos de água tratada nas operações normais da companhia de saneamento (lavagem de rede, lavagem de reservatórios), no combate a incêndios pelo Corpo de Bombeiros, ou no suprimento a áreas de favelas e ocupações irregulares.

Vazamento Inerente: Fuga d'água das redes de distribuição ou adutoras que não aflora à superfície e não é identificada pelos equipamentos de detecção acústica.

Vazamento Não Visível: Fuga d'água das redes de distribuição ou adutoras que não aflora à superfície do terreno.

Vazamento Visível: Fuga d'água das redes de distribuição ou adutoras que aflora à superfície do terreno.

Vazão Produzida: Volumes potabilizados nas ETAs, aptos a serem distribuídos à população.

Volume Autorizado: Componente do Balanço Hídrico em que a água fornecida é faturada, ou cujo uso não é faturado, mas é conhecido pela companhia de água.

VRP - Válvula Redutora de Pressão: Equipamento automático inserido na rede de distribuição para reduzir as pressões de operação em determinada área.

Zoneamento Piezométrico: Compartimentação da rede de distribuição de água em zonas de pressão, a partir das variações altimétricas do terreno, de maneira a que as pressões operacionais fiquem dentro dos limites máximo e mínimo definidos em Norma.