

## ABORDAGEM SOBRE PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO: BREVE EXPLANAÇÃO SOBRE OS TIPOS E PRINCIPAIS CAUSAS

Eulina Maria de Moura<sup>1</sup>; Isabelly Cícera Souza Dias<sup>2</sup>;  
Jussara Severo da Silva<sup>3</sup> e Ferdnando Cavalcanti da Silva<sup>4</sup>

**RESUMO:** O abastecimento de água é essencial para a vida humana. Seu fornecimento está relacionado com aspectos ambientais, econômicos e sociais - tendo em vista, a sua estreita ligação com a manutenção da saúde de seus consumidores, enquanto bem estar físico, mental e social. Com o aumento da demanda de água, se torna cada vez mais urgente a otimização destes sistemas, particularmente no projeto, operação e manutenção. Os altos custos refletem a importância de se buscar meios de diminuir os desperdícios tão comuns de água e energia. No Brasil, as perdas físicas são, em média, superiores a 50% do volume injetado nos sistemas e decorrem de muitos fatores, tais como: valores extremos de pressões nas redes, rupturas nas tubulações, golpes de aríete, sobrepressões decorrentes de interrupções no fluxo d'água nas tubulações, desperdício, etc. Este trabalho tem o propósito de apresentar um panorama das perdas de água nos sistemas de abastecimento.

**ABSTRACT:** Water supply is essential to human life. It is related to environmental, economic and social aspects because of its narrow link between the maintenance of dwellers' health and the physicist, mental and social welfare. With the increase of the water demand it is much more urgent the optimization of these systems, particularly in its project, operation and maintenance. The high costs reflect the need of searching ways to diminish common water and energy losses. In Brazil, the physical losses are in average over 50% of all the volume used in the systems and are caused by lots of factors such as: extreme values of pressure in water networks, pipe ruptures, overpressures occurred by water interruptions, etc. This paper has the intention presenting a panorama of the losses of water in the supplying systems.

**PALAVRAS-CHAVE:** perdas, sistemas de abastecimento

---

<sup>1</sup>Bolsista do PIBIC do DTCC/CT/UFPB. Av. Esperidião Rosas, 235, apto 502, Expedicionários. E-mail: eulinamm@pop.com.br

<sup>2</sup>Bolsista do PIBIC do DTCC/CT/UFPB. E-mail: isabelly\_dias@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Eng. Civil UFPB/2000. Mestranda em Engenharia Urbana UFPB/2004. E-mail: jussarasevere@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Bolsista do PIBIC do DTCC/CT/UFPB. E-mail: fnandojp@pop.com.br

## **INTRODUÇÃO**

As preocupações ambientais impulsionaram os questionamentos sobre o papel do meio ambiente e dos recursos naturais no cenário de desenvolvimento dos países. O recurso natural – água – carece de uma atenção especial dos governos. Nas últimas décadas está sendo cada vez mais disputado, tanto em quantidade quanto em qualidade, principalmente em razão do acentuado crescimento demográfico e do próprio desenvolvimento econômico.

De acordo com alguns autores a água é um recurso bastante peculiar entre os recursos naturais, desempenhando diferentes papéis: ora é vista como produto para consumo direto, ora como matéria-prima, ora como ecossistema. Essas atribuições múltiplas determinam dois posicionamentos importantes e até certo ponto divergentes: se por um lado a água é um bem econômico, obedecendo às leis de mercado, por outro lado seu caráter induz que haja uma regulamentação do seu uso, com legislação específica e atuação direta do poder público. Por isso, é exigido um modelo de gestão, embasado nos princípios gerais de gestão ambiental, incorporando essas particularidades de uso da água.

No Brasil, analisando a disponibilidade hídrica e também a atual demanda por água é possível entender a necessidade, por partes das prestadoras, de metodologias para a reestruturação dos sistemas de abastecimento de água, principalmente pelo fato inúmeras perdas ocorridas nas redes ampliadas sem que tenha havido um estudo mais consistente do impacto dessa ampliação sobre o sistema existente. No que se refere às perdas físicas na rede de abastecimento, maior parte dos problemas que surgem durante o seu funcionamento poderiam ter sido previstos durante a fase de projeto.

## **PERDAS NOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO**

Em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são relacionadas considerando os volumes não contabilizados. Esses englobam tanto as perdas físicas, que representam a parcela não consumida, como as perdas não físicas, que correspondem à água consumida e não registrada.

Resultantes de vazamentos no sistema, as perdas físicas podem ser encontradas na captação, na adução de água bruta, no tratamento, na reservação, na adução de água tratada e na distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação.

É consenso no Setor de Saneamento que as elevadas perdas de água têm relação direta com o consumo de energia elétrica, e que as ações de combate às perdas de água configuram-se em efetivo potencial de redução de desperdício de energia elétrica, principalmente no âmbito dos sistemas de abastecimento de água.

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção - mediante redução do consumo de energia - e utilizar as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor. A redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, aumentando contudo a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços.

O combate a perdas ou desperdícios implica, portanto, redução do volume de água não contabilizado, exigindo a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema.

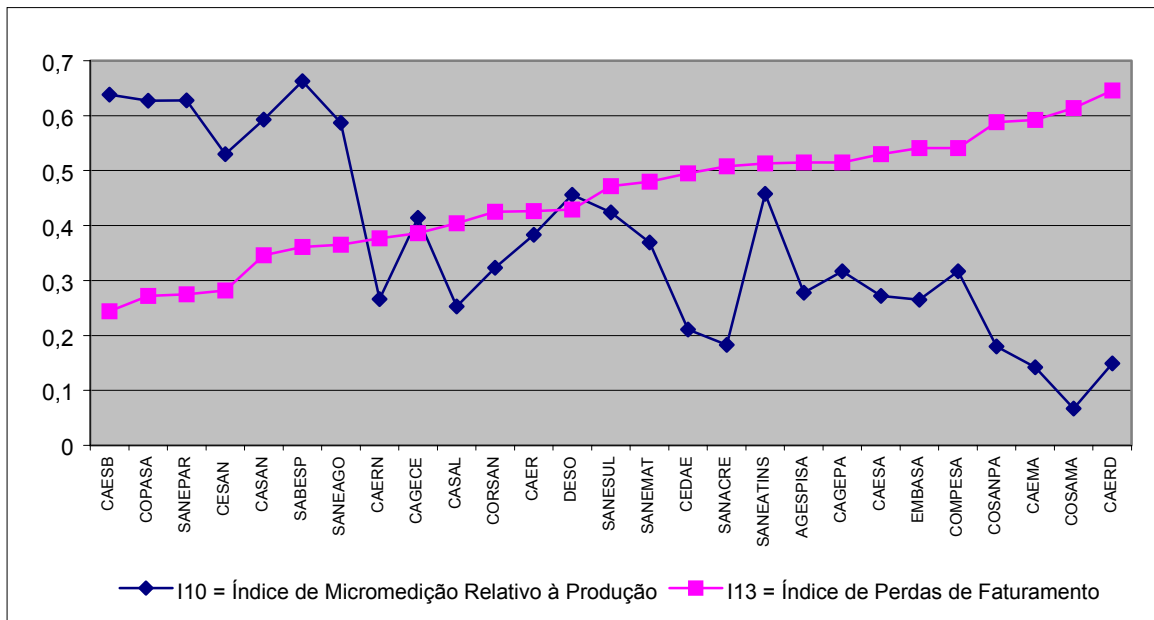
Medidas preventivas de controle de perdas nas fases de projeto e construção do sistema envolvem a necessidade de passos iniciais de organização anteriores à operação. Estas medidas devem contemplar, dentre outras:

- boa concepção do sistema de abastecimento de água, considerando os dispositivos de controle operacional do processo;
- a qualidade adequada de instalações das tubulações, equipamentos e demais dispositivos utilizados;
- implantação dos mecanismos de controle operacional (medidores e outros);
- elaboração de cadastros; e
- a execução de testes pré-operacionais de ajuste do sistema.

Nos ramais prediais, em relação às perdas físicas na rede distribuidora é onde são registrados a maior quantidade de ocorrências (vazamentos). Isso nem sempre significa que esta seja a maior perda em termos de volume. Em volume, as maiores perdas físicas na distribuição ocorrem por extravasamento de reservatórios ou em vazamentos nas adutoras de água tratada e nas tubulações da rede de distribuição.

Para ilustrar esse tema, apresentam-se a seguir alguns dados referentes a perdas no Estado da Paraíba, no Brasil e no exterior. No caso brasileiro, são utilizados dados de 1995 das companhias estaduais (SNIS - SEPURB, 1997)<sup>1</sup>, conforme **Gráfico 1**. Observe-se que os percentuais de água não faturada oscilam entre 25% e 65%. Na mesma fonte, o indicador foi relatado para cidades brasileiras

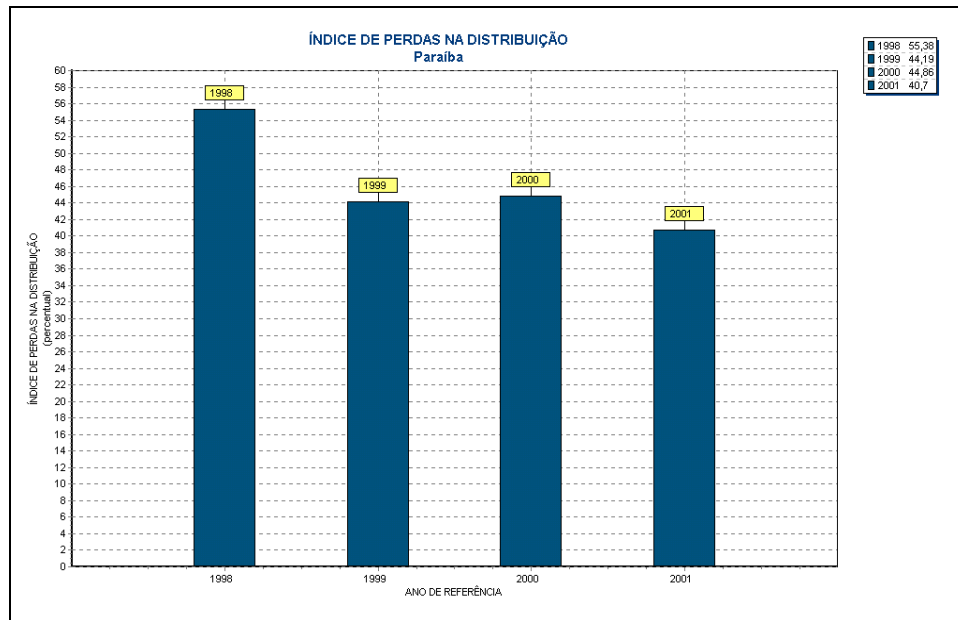
com serviços autônomos, ocorrendo uma variação entre 20% e 60%, demonstrando que o cenário das companhias estaduais se repete nos serviços autônomos.



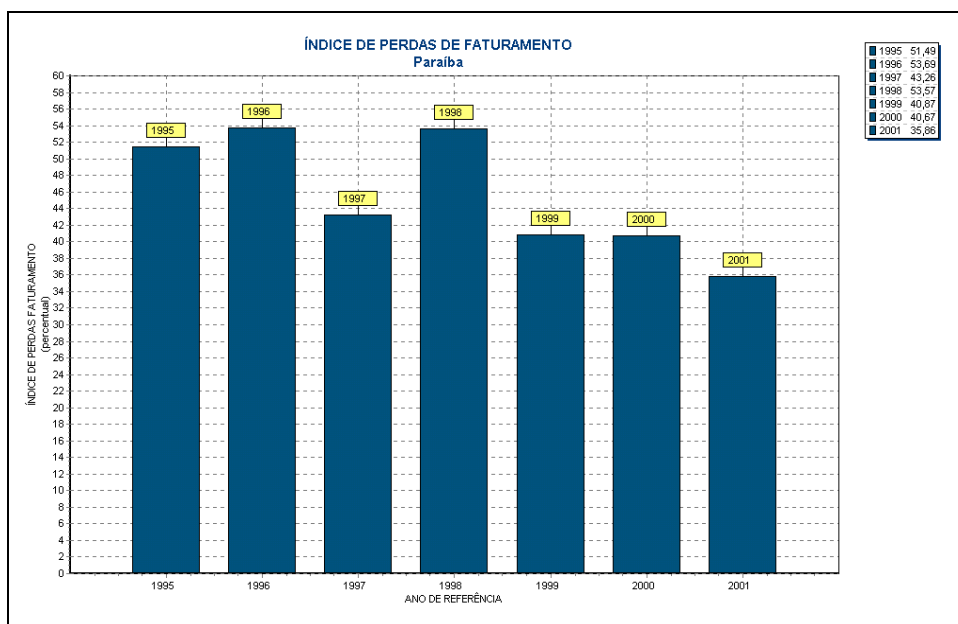
**Gráfico 1:** Água Não Faturada nas Companhias Estaduais de Saneamento Básico em 1995

No caso do Estado da Paraíba o índice de perda de água durante a distribuição apresentou moderado declínio entre os anos de 1998 a 2001, havendo uma pequena oscilação para mais no ano de 2000 em relação ao ano anterior, como se verifica no **Gráfico 2**. Observa-se, assim, que para o caso da companhia distribuidora de água no estado – CAGEPA – os valores percentuais de perda, cerca de 41%, estão dentro da média nacional de 50%, índice ainda muito alto e que, excepcionalmente para o caso da Paraíba, como para os demais estados da região, assume maior relevância em virtude da pouca disponibilidade hídrica e financeira do estado.

Comparando os **Gráficos 2 e 3** percebe-se que a redução nas perdas representa também, como não seria diferente, uma redução nas perdas do faturamento pela empresa, demonstrando a importância que se deve dar a processos que visam minimizar possíveis perdas físicas e não físicas de água desde o processo de captação até a distribuição.

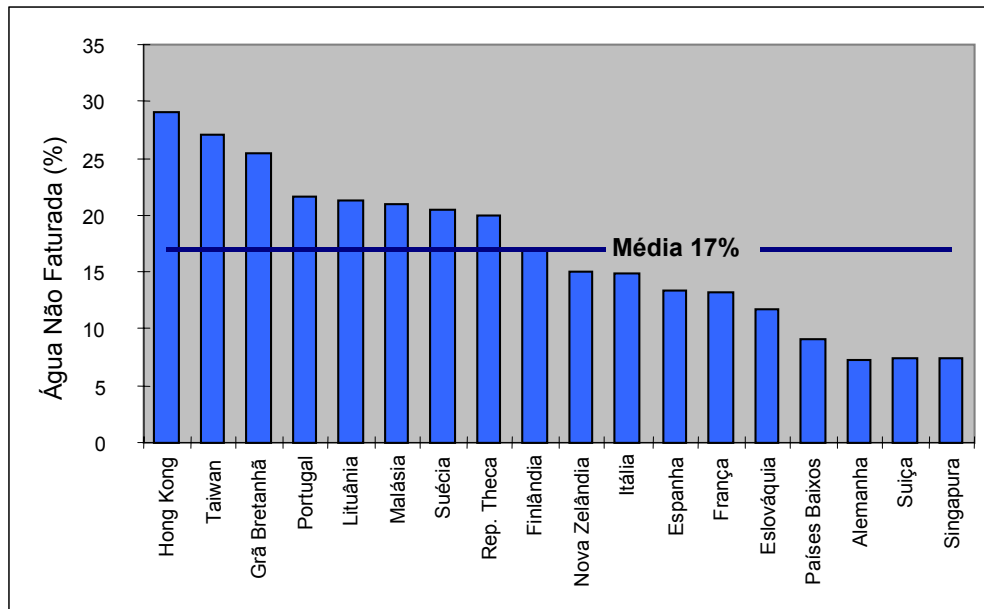


**Gráfico 2:** Índice de perdas de água na distribuição no estado da Paraíba

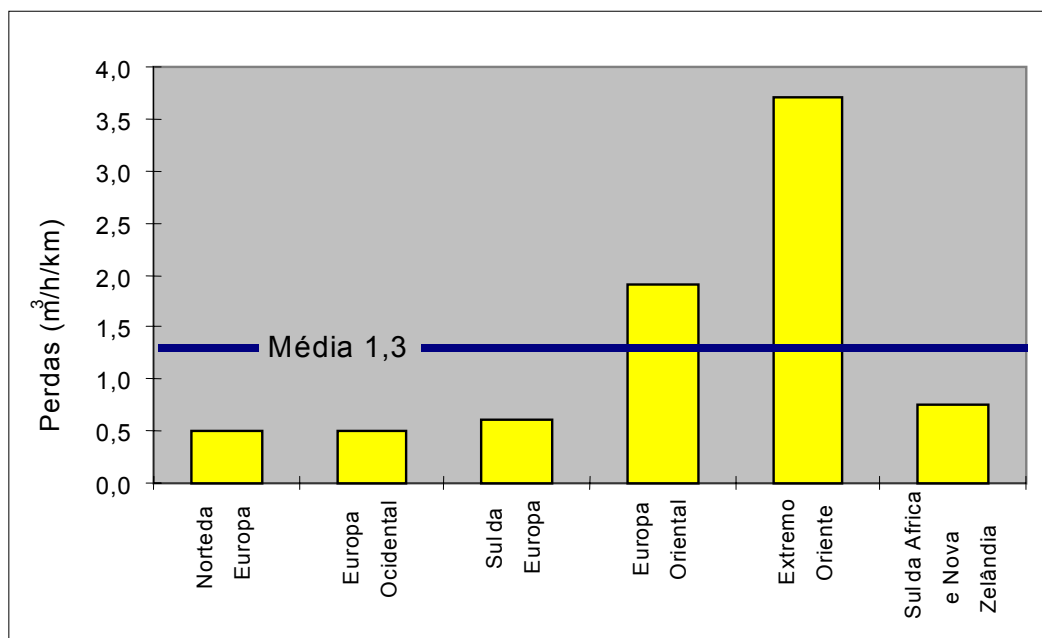


**Gráfico 3:** Índice de perdas de faturamento no estado da Paraíba

Dados do exterior são apresentados nos **Gráficos 4 e 5** (IWSA,1995), para água não faturada em percentagem e em vazão por quilômetro de rede, respectivamente. As variações foram de 7% (Singapura, Suíça e Alemanha) até valores entre 25% e 30% (Grã-Bretanha, Taiwan e Hong Kong), com um valor médio de 17%, abaixo da média brasileira, que é de 50%.



**Gráfico 4:** Percentual de Água Não Faturada em Diversas Regiões do Mundo



**Gráfico 5:** Perdas de Água por Regiões do Mundo em m³/h/km de Rede

O que se pretende ilustrar com esses exemplos é que o tratamento das perdas deve ser de caráter permanente, devendo, portanto, ser considerado como um programa estratégico dos prestadores de serviços de água. Caso não se adote tal política, as ações de combate a perdas nem sempre serão efetivas, e os resultados positivos serão temporários ou irrisórios.

## PERDAS FÍSICAS NA DISTRIBUIÇÃO

Em um sistema de abastecimento de água as perdas físicas totais são as perdas de água que ocorrem entre a captação de água bruta e o cavalete do consumidor<sup>1</sup>. Estas incluem as perdas na captação e adução de água bruta; no tratamento; nos reservatórios; nas adutoras, nas subadutoras de água tratada e instalações de recalque; e nas redes de distribuição e ramais prediais, até o cavalete. Dar-se-á importância aqui as perdas decorrentes de falhas na rede de distribuição de água, que, como será mostrado a seguir, muitas das vezes têm origem em projetos mal dimensionados.

As origens e magnitudes das perdas físicas por subsistema podem ser representadas esquematicamente, conforme o **Quadro 1**.

**Quadro 1:** Perdas Físicas por Subsistema - Origem e Magnitude

|                | SUBSISTEMA             | ORIGEM                                                               | MAGNITUDE                                                                    |
|----------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| PERDAS FÍSICAS | Adução de Água Bruta   | Vazamentos nas tubulações<br>Limpeza do poço de sucção*              | Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional        |
|                | Tratamento             | Vazamentos estruturais<br>Lavagem de filtros*<br>Descarga de lodo*   | Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional  |
|                | Reservação             | Vazamentos estruturais<br>Extravasamentos<br>Limpeza*                | Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional       |
|                | Adução de Água Tratada | Vazamentos nas tubulações<br>Limpeza do poço de sucção*<br>Descargas | Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional        |
|                | Distribuição           | Vazamentos na rede<br>Vazamentos em ramais<br>Descargas              | Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões |

Nota:\* Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

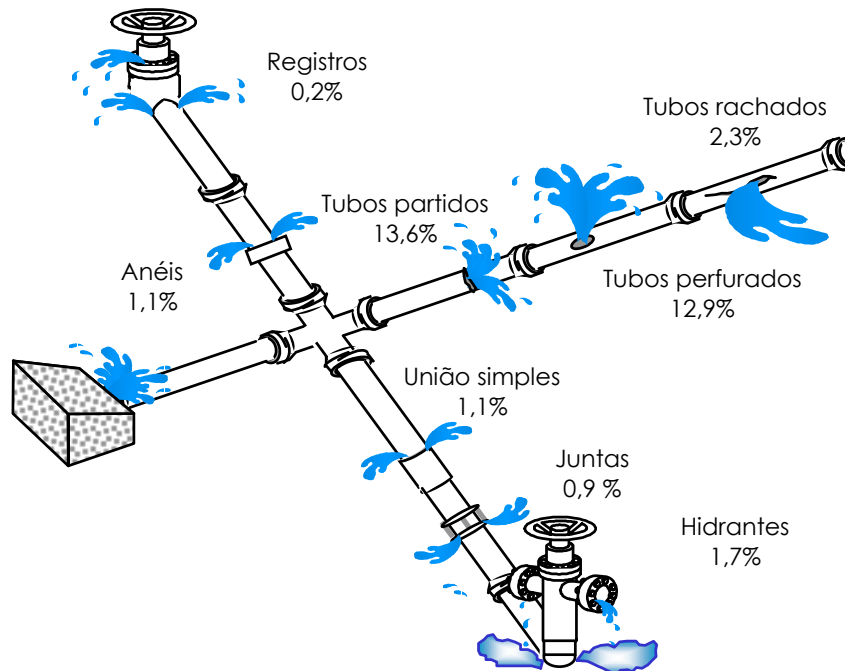
As perdas na distribuição são decorrentes de vazamentos na rede e nos ramais prediais e de descargas. As perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo com que as ações corretivas sejam complexas,

<sup>1</sup> O cavalete do consumidor faz parte da estrutura de medição.

onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica.

A magnitude das perdas será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas.

A figura 1 ilustra os pontos onde geralmente ocorrem vazamentos nas redes de distribuição.



**Figura 1:** Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição  
(percentuais ilustrativos baseados em experiência da SANASA)

Em muitas cidades brasileiras, a implantação ou expansão de loteamentos são feitos sem que ocorra uma fiscalização durante a construção. Tal fato decorre da cultura de parte do setor privado em executar obras a toque de caixa, simultaneamente à fase de elaboração e aprovação do projeto, e há casos em que o projeto simplesmente inexistente. A solução para esse círculo vicioso é adotar maior rigor na aprovação de projetos inclusive com a utilização de softwares computacionais que permitam simular diversas situações de funcionamento da rede; além do controle e fiscalização durante a fase de execução da obra.

Estudos de simulação com modelos matemáticos disponíveis podem e devem ser mais explorados e utilizados pelos prestadores de serviços para definição de regras e procedimentos operacionais, em



situações normais de escoamento ou em casos de transientes. Entretanto, a ausência de um cadastro confiável não justifica a não utilização desse recurso adicional.

Como ficou evidenciado anteriormente, as perdas por vazamentos nas tubulações são causadas por rompimentos ou falhas que têm origens múltiplas, das mais diversas às mais dispersas possíveis.

O **Quadro 2** apresenta as causas prováveis de falhas e rupturas nas tubulações em função da fase de desenvolvimento do sistema de abastecimento.

**Quadro 2:** Causas Prováveis de Falhas e Rupturas em Tubulações

| FASE DA FALHA          | CAUSA DA FALHA                                                                                                                                                                                                    | CAUSA DA RUPTURA                                                                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planejamento e Projeto | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subdimensionamento</li> <li>▪ ausência de ventosas</li> <li>▪ cálculo transientes</li> <li>▪ regras de operação</li> <li>▪ setorização</li> <li>▪ treinamento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sobrepressão</li> <li>▪ subpressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> <li>▪ sobrepressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> </ul> |
| Construção             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ construtivas</li> <li>▪ materiais</li> <li>▪ peças</li> <li>▪ equipamentos</li> <li>▪ treinamento</li> </ul>                                                             |                                                                                                                                                                                                          |
| Operação               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ enchimento</li> <li>▪ esvaziamento</li> <li>▪ manobras</li> <li>▪ ausência de regras</li> <li>▪ treinamento</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sub e sobrepressão</li> <li>▪ subpressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> </ul>                   |
| Manutenção             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sem prevenção</li> <li>▪ mal-feita</li> <li>▪ treinamento</li> <li>▪ interação operação/usuário</li> <li>▪ tempo de resposta</li> </ul>                                  |                                                                                                                                                                                                          |
| Expansão               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sem projeto</li> <li>▪ sem visão conjunta</li> </ul>                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sub e sobrepressão</li> <li>▪ sub e sobrepressão</li> </ul>                                                                                                     |

Conforme afirmado anteriormente, a boa operação e manutenção permite que o sistema de abastecimento atenda satisfatoriamente ao cliente ou consumidor. Por outro lado, há que se reconhecer que os sistemas de abastecimento em operação são geralmente muito diferentes daqueles planejados e construídos, tornando-se tanto mais próximos da realidade quanto maior for a compatibilidade entre o modelo e a situação real, através, por exemplo, da calibração do modelo simulado com dados do sistema de distribuição real.

## DIMINUIÇÃO DAS PERDAS A PARTIR DA REDUÇÃO DE PRESSÃO

Para os sistemas já implantados, os aspectos considerados a seguir apontam para a priorização da redução de pressões na rede de distribuição, para que haja redução de perdas.

As perdas por vazamentos na rede de distribuição, sejam decorrentes de falhas construtivas, defeitos em peças especiais e conexões, rupturas, materiais inadequados, etc., aproximam-se ao escoamento em orifícios e fendas.

Para tubos metálicos em geral, a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica (H), ou seja:

$$Q = f ( H^{1/2} ) \quad (1)$$

Dessa forma, especial atenção deve ser dada ao controle de cargas hidráulicas na rede, pois sua simples redução leva a substanciais reduções nas perdas nos vazamentos existentes, além de restringir o risco de novas rupturas.

O **Quadro 3** ilustra as reduções de perdas que podem ser conseguidas por intermédio de diferentes percentuais de redução de cargas na rede de distribuição.

**Quadro 3:** Reduções de Perdas Físicas por Reduções de Pressões  $Q = f ( H^{1/2} )^*$

| Redução da carga (%) | Redução da perda (%) |
|----------------------|----------------------|
| 20                   | 10                   |
| 30                   | 16                   |
| 40                   | 23                   |
| 50                   | 29                   |
| 60                   | 37                   |

Portanto, é possível quantificar previamente as reduções de perdas esperadas por meio de reduções de pressões e, com isso, avaliar economicamente o retorno dos investimentos a realizar para alcançar os objetivos.

No caso de tubos de PVC, estudos estrangeiros recentes têm apontado para uma redução ainda maior das perdas em função da diminuição de pressão. Admite-se, segundo técnicos do setor, uma correlação linear entre pressão e vazamento, em virtude da resiliência do material.

## **PERDAS NÃO-FÍSICAS NA DISTRIBUIÇÃO**

As perdas não-físicas são correspondente ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada. De acordo com a IWA – International Water Association, esse tipo de perda denomina-se perda aparente ou perda comercial.

Somente através da medição é possível conhecer, diagnosticar, alterar e avaliar as diversas situações operacionais em um sistema de abastecimento de água.

A quantificação dos volumes produzidos, distribuídos e consumidos é feita através de medidores de vazão. Segundo Alves<sup>2</sup> (1999), pode-se classificar os medidores de vazão da seguinte maneira

- a) Medidores de vazão para condutos livres:
  - Calha e vertedouros;
  - Medidores eletrônicos (eletromagnético, ultrassônico).
- b) Medidores de vazão para condutos forçados:
  - Medidores deprimogêneos (venturi, bocal, placa de orifício);
  - Medidores tipo turbina (hidrômetro, Woltmann, composto, proporcional);
  - Medidores eletrônicos (eletromagnético, ultrassônico).
- c) Medidores de velocidade de escoamento ou de inserção:
  - Tubo de Pitot;
  - Molinete;
  - Medidores eletrônicos (eletromagnético, ultrassônico).

A aplicação de cada um deles depende das condições locais, operacionais e da importância do ponto a medir. Para todos eles é fundamental a calibração do medidor, feita em bancada ou no próprio local de instalação em campo.

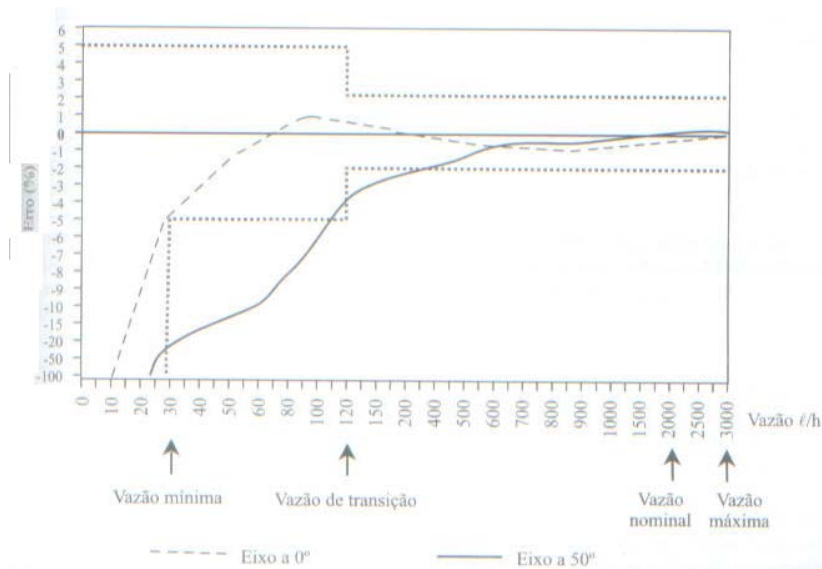
Os hidrômetros são largamente empregados na micromedição (medição do volume consumido pelos clientes das companhia de saneamento, cujo valor será objeto da emissão da conta a ser paga pelo usuário), e aqui reside uma das maiores fontes de evasão de volumes não-faturados em uma companhia de saneamento.

Normalmente utilizados nas residências, comércio, e pequenas unidades industriais, os hidrômetros podem ser do tipo velocimétrico, com vazões nominais de 1,5m<sup>3</sup>/h ou 3m<sup>3</sup>/h.

Há também diferentes classes metrológicas, vinculadas ao nível tecnológico do hidrômetro, quais sejam Classe A (menor precisão), Classe B (mais utilizado) e Classe C (maior precisão).

Os hidrômetros apresentam um decaimento do nível de precisão ao longo do tempo. Avalia-se, de forma geral, que ocorra uma queda de precisão dos hidrômetros (Classe B) de aproximadamente 1% (SABESP/IPT, 1997)<sup>3</sup>. Em termos de vida útil, estima-se que os hidrômetros de 1,5 e 3 m<sup>3</sup>/h possam trabalhar entre 5 e 10 anos, dependendo das características qualitativas da água distribuída, do tipo de hidrômetro, etc.

Os hidrômetros apresentam uma curva típica de precisão, que varia com a vazão conforme pode ser observado na figura 2. Nota-se que o funcionamento ideal do hidrômetro, com mais ou menos 2% de erro, é na faixa de vazão próxima à “nominal”, enquanto entre a vazão de “transição” e a vazão “mínima” há uma medição sobrevalorizada. Abaixo da vazão mínima, entretanto, há uma substancial queda na precisão, submedindo extremamente os volumes.



**Figura 2:** Curvas de erros – Hidrômetros novos: posição normal/ posição inclinada.

Fonte: Adaptado de Milton Tomoyuki Tsutiya<sup>4</sup>.

Os grandes fatores de erro nas medições dos hidrômetros, que geralmente o fazem marcar menos do que efetivamente foi consumido são:

- O envelhecimento do hidrômetro;
- A qualidade da água distribuída;
- A inclinação lateral do hidrômetro;

- As características do perfil de consumo dos imóveis, onde dificilmente ocorrem vazões próximas à nominal do hidrômetro, situando-se na maior parte das vezes na faixa inferior à vazão “mínima”.

Outro fator responsável pelo aumento das perdas é a fraude. Com o objetivo de medir apenas uma parcela do consumo efetivo do imóvel, alguns usuários realizam intervenções nos hidrômetros. Os casos mais comuns de fraude são:

- Rompimento do lacre e inversão do hidrômetro;
- Execução de “by pass” no hidrômetro;
- Violação do hidrômetro, através de furona cúpula, e colocação de arame para travar os dispositivos internos do hidrômetro;
- Acesso por torneira ou registro após o hidrômetro e inserção de um arame, ou outro obstáculos, para impedir a rotação da turbina do hidrômetro.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em todos os países que alcançaram as metas de universalização do atendimento de água, as atenções do setor técnico passaram a ser concentradas na melhoria da operação dos sistemas implantados. O Brasil já está no limiar de atingir essa condição, a despeito de disparidades regionais que apontam para déficits elevados em alguns Estados e Municípios.

Com a redução das taxas de crescimento populacional observadas, além da redução das taxas de migração das áreas rurais para as cidades, há uma tendência à estabilização dos sistemas implantados. As expansões necessárias tendem a se concentrar nas periferias das cidades, porém não acontecendo no ritmo que aconteciam em outros períodos. Evidentemente, em algumas metrópoles esse comportamento não ocorre tão linearmente, havendo outras variáveis urbanísticas e sócio-econômicas que preponderam e que fazem essa dinâmica da periferização ainda muito forte e, muitas vezes, fora do controle dos agentes públicos.

A atividade de Controle e Redução de Perdas enquadra-se totalmente na melhoria da qualidade da operação dos sistemas de abastecimento e, conseqüentemente, na melhoria dos serviços prestados. Outra característica importante é que as ações de Controle e Redução de Perdas inserem-se no contexto de buscar uma gestão da demanda de água, e não só procurar incrementar a oferta para atender às demandas crescentes. Também são programas com essas características as iniciativas para o uso racional pela população e o desenvolvimento do reuso dos esgotos tratados.

Esses programas encontram respaldo em todas as instituições governamentais e não-governamentais, sendo inclusive, exigências das entidades nacionais e internacionais de financiamento para concessão de empréstimos para as companhias de saneamento.

As perdas nos sistemas de abastecimento de água devem ser reduzidas a um nível compatível com as condições ambientais e econômicas específicas de uma região, devendo ser uma busca permanente a melhoria dos materiais e da mão-de-obra, a mobilização de todos os profissionais da empresa e a racionalização dos processos e instrumentos de gestão das companhias de saneamento.

A estimativa das perdas em um sistema de abastecimento se dá por meio da comparação entre o volume de água transferido de um ponto do sistema e o volume de água recebido em um ou mais pontos do sistema, situados na área de influência do ponto de transferência.

A identificação e separação das perdas físicas de água das não físicas é tecnicamente possível mediante pesquisa de campo, utilizando a metodologia da análise de histograma (registros contínuos) de consumo das vazões macromedidas. Nesse caso, a oferta noturna estabilizada durante a madrugada - abatendo-se os consumos noturnos contínuos por parte de determinados usuários do serviço (fábricas, hospitais e outros) - representa, em sua quase totalidade, a perda física, decorrente de vazamentos na rede ou ramais prediais. A perda não física será a diferença entre a perda total de água na distribuição - *Água Não Contabilizada* - e a perda física levantada.

Em sistemas de abastecimento de água em que o índice de micromedição aproxima-se de 100%, as ligações clandestinas terá pouca importância e existindo uma eficaz programação permanente de adequação e manutenção preventiva de hidrômetros, o combate às fraudes nos micromedidores e ramais clandestinos, as perdas mensuráveis tendem a refletir nas perdas físicas de água.

Em relação às perdas físicas na rede distribuidora, nos ramais prediais registra-se a maior quantidade de ocorrência (vazamentos). As maiores perdas físicas na distribuição, em volume, ocorrem por extravasamento de reservatórios ou em vazamentos nas adutoras de água tratada e nas tubulações da rede de distribuição.

A ausência de atenção e aplicação de medidas eficazes por parte das prestadoras de serviços de água, acarreta em desperdiçar um dos maiores bens da humanidade - a água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. Disponível em:

<[http://www.snis.gov.br/diag\\_2001.htm](http://www.snis.gov.br/diag_2001.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2004

[2] ALVES, W. C. et al. Macromedição, Ministério do Planejamento e Orçamento, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, Brasília, 1999.

[3] SABESP. Indicadores de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, São Paulo, 1997.

[4] TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de Água*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SABESP. Gestão Operacional para a Redução de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – 1999/2002, São Paulo, 1999.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Série Histórica 1995-2001. Brasília, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. Avaliação das águas do Brasil. Brasília, 2002.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. Programa nacional de combate ao desperdício de água. DTA – Documento Técnico de Apoio nº 2; Definições de perdas nos sistemas públicos de abastecimento. Brasília, 2002.

ALEGRE, H. et al. Performance Indicators for Water Supply Services. IWA Publishing, 2000.