

---

# Perdas, Volume não Faturável e Desperdício de Água.

PROF. JOSÉ MARTINIANO DE AZEVEDO NETTO (\*)

---

## 1. INTRODUÇÃO

Pode-se notar a grande confusão que ocorre em torno da questão de perdas de água, em sistemas de abastecimento de água. Frequentemente, confunde-se perdas com desperdício, volume de água não faturável com volume de água não faturado e até mesmo perdas com os volumes não contabilizados.

Um sistema de abastecimento de água jamais é perfeitamente estanque e nunca está livre de vertimentos de água indesejados. Além disso, a água é utilizada em processos próprios das instalações, como por exemplo na lavagem de filtros (neste caso água de processo e não perda).

---

(\*) Engenheiro civil e sanitaria (Universidade de Harvard); Doutor em Saúde Pública; Professor Catedrático da Universidade de São Paulo, Professor "Honoris Causa" da Pontifícia Universidade Católica de Pernambuco; Membro do Corpo Permanente de Especialistas da ONU; Engenheiro Consultor da SABESP, da CETESB e de várias empresas estatais de saneamento; Consultor temporário da OMS/OPS, do IRC (Haia) e da CIFCA (Madrid); Ex-Consultor do BID e da ICA (Departamento de Estado dos Estados Unidos); Ex-Presidente da PLANIDRO (São Paulo); Fundador e Ex-Presidente da AIDIS; Fundador da ABES; Consultor com exclusividade na área da iniciativa privada, do Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores (CNEC, São Paulo).

## 2. CONCEITOS

Consideram-se **perdas** as águas que, contrariamente ao nosso desejo, deixam o sistema em decorrência de vazamentos, extravasões, infiltrações, defeitos e acidentes nas instalações.

O volume **não faturável** vem a ser o volume anual aduzido, deduzindo-se todas as perdas de água, as influências devidas aos erros de medição nos macromedidores e nos hidrômetros e também a quantidade de água extraída de hidrantes e torneiras públicas.

O volume de água **não faturado** corresponde ao volume não faturável menos os volumes que deixaram de ser contabilizados por várias razões (falhas de cadastro, água consumida em obras e edifícios públicos, água utilizada em combate a incêndios etc).

As águas de **processo** são consumidas em operações de tratamento e de recalque, compreendendo, por exemplo, as quantidades gastas na limpeza de decantadores, na lavagem de filtros, no resfriamento de conjuntos elevatórios, na limitação de golpes de aríete, etc.

O **desperdício** não é involuntário: ele é causado pelo descuido ou pelo esbanjamento, refletindo a cultura do consumidor e, muitas vezes, a má qualidade do serviço, principalmente no que se refere à cobrança.

## 3. PERDAS NAS ELEVATÓRIAS

As perdas de água nas estações elevatórias geralmente ocorrem nas bombas (nas gaxetas, por exemplo) e nas válvulas de alívio, quando existentes.

São perdas relativamente pequenas e por isso desprezadas.

## 4. PERDAS NAS TUBULAÇÕES

As perdas ao longo das canalizações, verificam-se principalmente nas juntas dos tubos e secundariamente em ventosas, válvulas e descargas.

A sua magnitude depende do diâmetro, do número de juntas (e portanto do comprimento dos tubos) e da pressão interna.

Os norte-americanos geralmente avaliam essas perdas em galões por dia, por milha e por polegada de diâmetro, o que corresponde a valores que variam desde 10 até 98 litros/dia, por quilômetro e por milímetro de diâmetro, dependendo da idade da canalização.

Se considerarmos, por exemplo, o valor médio de 50 l/d por km e por mm, encontraremos para uma canalização de 100 mm de diâmetro 5.000 litros/dia por quilômetro, ou 5 litros/dia/metro. Admitindo-se que esse diâmetro represente a média dos diâmetros em uma rede de distribuição e que a extensão dessa rede correspon-

da a 2 m de tubulação, por habitante abastecido, encontra-se, para a perda média na rede, o valor de 10 litros/habitantes/dia.

Na Índia, avalia-se o vazamento admissível nas linhas de ferro fundido, ferro dúctil ou cimento-amianto, pela seguinte expressão:

$$q \leq \frac{N.D. \sqrt{p}}{115}$$

q = vazamento admissível, l/d

N = nº de juntas

D = Diâmetro, mm

p = pressão média, kg/cm<sup>2</sup>

Nas canalizações de concreto, admitem-se perdas três vezes maiores.

## 5. PERDAS NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Neste caso as perdas, propriamente ditas, são devidas a vazamentos em comportas e válvulas, nas estruturas e através de extravasores.

Além disso, são utilizadas quantidades apreciáveis de água nos processos e operações de tratamento:

- a) Na limpeza de decantadores e floculadores: 1 a 3%;
- b) Na lavagem dos filtros: 1,5 a 4,5%.

Esses valores são normais, podendo ser excedidos em casos especiais (água de má qualidade, operação inábil, etc).

## 6. PERDAS NOS RESERVATÓRIOS

Nos reservatórios de água filtrada e de distribuição as perdas são provocadas por extravasões fora de controle e por pequenos vazamentos da própria estrutura.

A má operação dos sistemas pode conduzir a perdas consideráveis, por extravasão. Na Europa, em sistemas bem operados, as perdas nos reservatórios não ultrapassam 2%.

Sempre que se tiver um reservatório elevado junto a um reservatório apoiado ou enterrado, deve-se conduzir para este segundo reservatório as águas extravasadas do primeiro, instalando-se, porém, um sistema de aviso.

## 7. PERDAS NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO E NAS LIGAÇÕES

As perdas nas redes compreendem os vazamentos nas tubulações (já abordados no item 4) aos quais se acrescentam fugas em tubos defeituosos, em orifícios causados pela corrosão, nas

peças das ligações prediais, e nos hidrantes nas descargas parcialmente abertos, etc.

Devido à grande extensão das tubulações, ao grande número de válvulas e peças especiais e às conseqüências de um tráfego freqüente de veículos pesados, as perdas nas redes distribuídas podem alcançar valores relativamente elevados, causando grandes prejuízos.

A magnitude das perdas depende muito da natureza do terreno, dos materiais utilizados e dos cuidados no seu assentamento.

Nos Estados Unidos são admitidos os seguintes valores:

- Redes muito boas . . . . 0,04 a 0,08 l/s por km
- Redes normais . . . . . 0,08 a 0,27 l/s por km
- Redes más . . . . . acima de 0,27 l/s por km

Mediante um programa de eliminação das perdas significativas, uma rede que apresentasse valores acima de 0,27 l/s, km poderia mostrar uma recuperação da ordem de 0,20 l/s, km.

As ligações prediais constituem um ponto fraco no tocante às perdas: o sistema de conexão da canalização predial e o material empregado nessa canalização são aspectos importantes a serem considerados.

No Brasil, o emprego de canos de aço galvanizado, no caso de terrenos e águas agressivas; a inserção direta desses canos nos distribuidores ou o emprego de ferrules, sem a flexibilidade desejável, têm sido a causa de vazamentos consideráveis.

É importante ter sempre presente que todo e qualquer sistema tem perdas irrecuperáveis, provocadas por fugas tão pequenas e tão dispersas que não compensam economicamente o custo de reparos. As fugas mínimas facilmente detectáveis e economicamente recuperáveis são da ordem de 0,025 l/s. Em cidades grandes têm sido encontrados vazamentos que chegam a ultrapassar 50 l/s.

## 8. PERDAS NAS INSTALAÇÕES DOS PRÉDIOS

As perdas de água nas instalações prediais podem somar volumes elevados, sendo a causa de freqüentes desentendimentos e reclamações por parte dos consumidores.

As principais causas de perdas se concentram nas peças de utilização (válvulas de descarga, torneiras, etc.), e na extravasão que pode ocorrer nas

caixas d'água. A qualidade dos chamados "metais sanitários", a habilidade da mão-de-obra especializada e os cuidados de manutenção, a cargo dos usuários, são fatores que exercem grande influência sobre essas perdas.

Uma instalação de descarga vazando continuamente em bacia sanitária pode causar perdas superiores a 1.000 litros por dia (mais de 200 litros "per capita").

Um caso que sempre apresenta sérios problemas é o do chamado "vazamento invisível" que ocorre em canalizações domiciliares enterradas e que geralmente é percebido pelo usuário após o recebimento da primeira conta de água (isto se o serviço for medido, pois caso contrário essa perda poderá perdurar por muito tempo sem ser notada). Em São Paulo, durante muitos anos, o regulamento da prestação do serviço de água estabelecia um prazo para o conserto da falha desse tipo, cancelando-se durante esse período, a cobrança exagerada do fornecimento de água em excesso.

Outros problemas que ocorrem com certa freqüência são as ligações clandestinas (não cadastradas e não faturadas) e as ligações esquecidas ou abandonadas após a demolição de construções velhas.

## 9. ERROS DOS MEDIDORES

Todos os medidores apresentam erros na medição, uns mais, outros menos, dependendo do seu tipo e qualidade, do seu tamanho e idade e das condições de instalação, além de outros fatores.

Os macromedidores geralmente apresentam uma precisão em torno de 2%. Os hidrômetros prediais levam a erros maiores, sobretudo para vazões bem pequenas e também à medida que aumenta o tempo de funcionamento entre revisões.

Como os sistemas compreendem um grande número de hidrômetros, com idades e precisões diferentes, pode-se admitir que de um modo geral esses contadores registram volumes cerca de 4% inferiores às quantidades reais.

Se, por exemplo, considerarmos que os macromedidores estejam indicando 2% a mais, e que os hidrômetros estejam registrando 4% a menos, encontra-se desde logo um erro global de 6% que não deve ser qualificado como perda.

## 10. PONTO DE REFERÊNCIA PARA MEDIÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA FORNECIDO

Quando se fala em volume não fatu-

rável ou em perdas de um sistema, deve-se, para a necessária clareza, indicar o ponto estabelecido para a macromedição. Quando, por exemplo, se adota o volume de produção, a partir de uma Estação de Tratamento (Água tratada), tem-se um valor diferente daquele que corresponderia à medição da água no ponto de captação.

Um erro é cometido, muitas vezes, quando se procura estabelecer dados para o consumo "per capita" com base em medições realizadas através dos hidrômetros prediais, sem se levar em conta o grande número de perdas que antecedem aos volumes medidos. As cotas "per capita" são sempre referentes aos volumes a serem captados e devem constituir valores médios anuais (balanceando, portanto, os valores dos meses de maior consumo com os de consumo mínimo).

### 11. NÍVEIS ADMISSÍVEIS

Ao se estabelecerem as cotas "per capita" sempre são levadas em conta as perdas globais inevitáveis nos sistemas de abastecimento.

No Brasil a primeira estimativa parece ter sido feita pelo Eng<sup>o</sup> Francisco Bicalho, em 1905: 15% de um consumo "per capita" de 90 litros/dia. O Departamento de Obras Sanitárias, de São Paulo, estabeleceu, em 1956, como valor médio 20% de uma cota de 200 litros/dia.

O modelar serviço de águas de Campinas, São Paulo, em 1955, realizou um estudo sobre as perdas no sistema, tendo chegado a estimá-las em 18%.

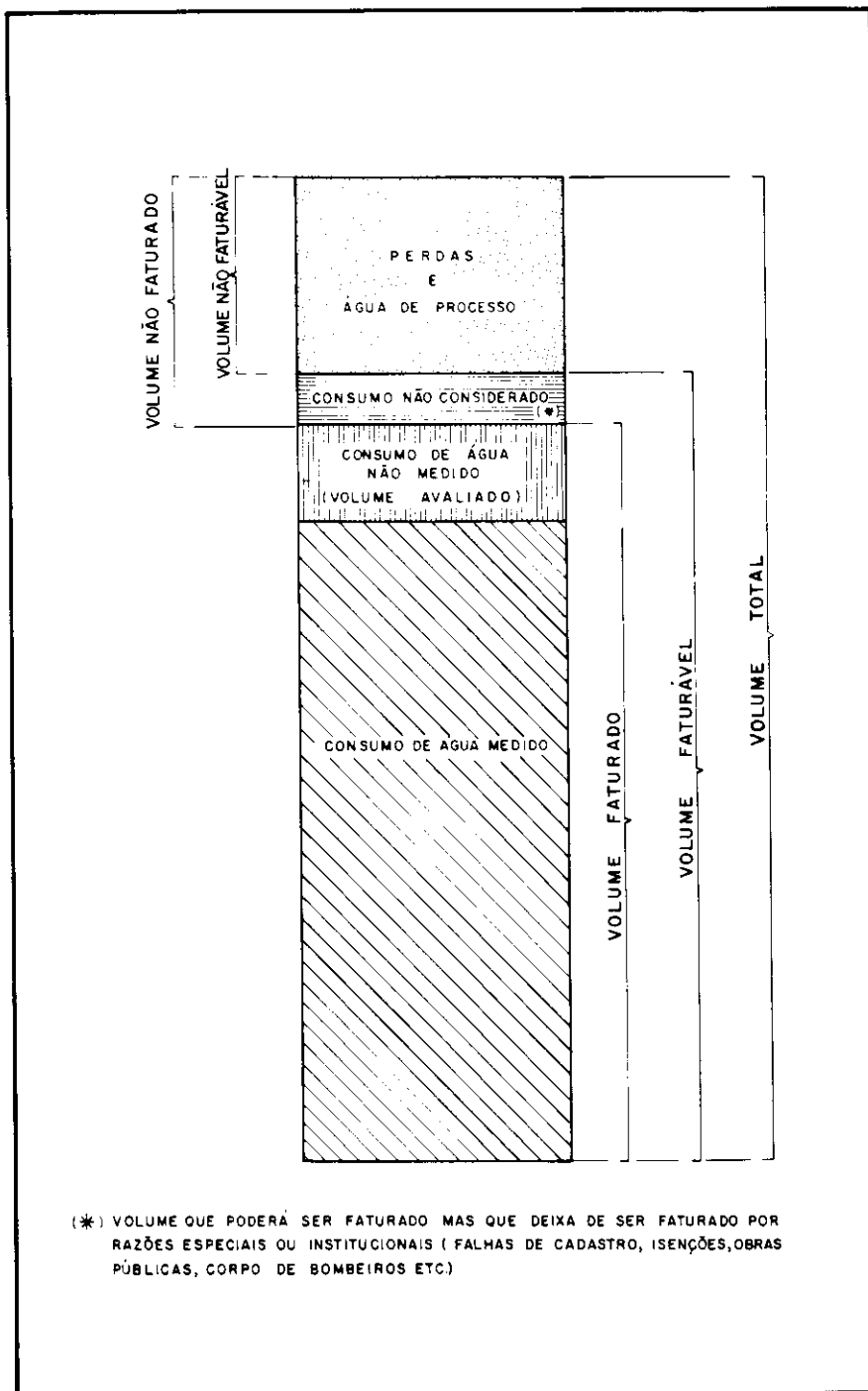
Em outros países, os valores não diferem muito dessas estimativas:

- Estados Unidos:
  - Valor máximo aceitável . . . 15%
  - Valores encontrados em alguns serviços . . . . . 20 a 25%
- Inglaterra:
  - Valores comuns . . . . . 10 a 25%
- Holanda:
  - Valores admitidos em bons sistemas . . . . . 10%
  - Valores encontrados em más condições . . . . . 20 a 30%

### 12. PERDAS EM SISTEMAS NÃO MEDIDOS

Nos casos em que o serviço é prestado no regime de "torneira livre", sem hidrômetros domiciliares ou com um número relativamente pequeno desses medidores, elevam-se consideravelmente as perdas e os desperdícios nos prédios abastecidos.

Neste caso, torna-se difícil e imprecisa a estimativa dos volumes de água não faturáveis. Se houver uma certa



porcentagem de domicílios medidos pode-se, a partir dos dados obtidos através dessa medição, estimar o volume total de água consumida, não se esquecendo de que nos prédios sem medição os consumos "per capita" são sempre mais elevados. O cálculo é feito por uma expressão do tipo:

$$Q_{NF} = Q_M - (\sum q_m + \sum q_e)$$

$Q_{NF}$  = Volume não faturável

$Q_M$  = Volume medido no macro-medidor

$q_m$  = Volumes medidos nos hidrômetros existentes

$q_e$  = Volumes estimados para os consumidores sem medição ( $q_e = c \cdot q_m$ )

$c$  = Coeficiente de acréscimo de uso.

### 13. MEDIDAS PARA REDUZIR PERDAS

O combate às perdas de água constitui uma atividade realizada por especialistas, com técnicas e instrumentos próprios. A sua execução requer a aferição de medidores e o levantamento da situação através de programas extensivos de medição.

As fugas de água significativas são determinadas e localizadas devendo ser eliminadas mediante reparos dos defeitos encontrados.

Esses defeitos geralmente decorrem de deficiências de projeto, falhas de

materiais, imperfeições de assentamento (construção), mau funcionamento de juntas, mau estado das ligações, etc.

Correlatamente, as medidas aplicáveis para evitar futuras perdas abrangem, entre outras, as seguintes:

- Redução da pressão nos sistemas de distribuição, mediante melhor setorização das redes;
- Melhoria dos materiais empregados nas instalações públicas e privadas;
- Maiores cuidados nos projetos e nas especificações relativas ao assentamento das canalizações;
- Técnicas mais perfeitas de execução das obras;
- Medição mais precisa dos volumes fornecidos e consumidos;
- Estabelecimento de um serviço permanente de determinação de perdas.

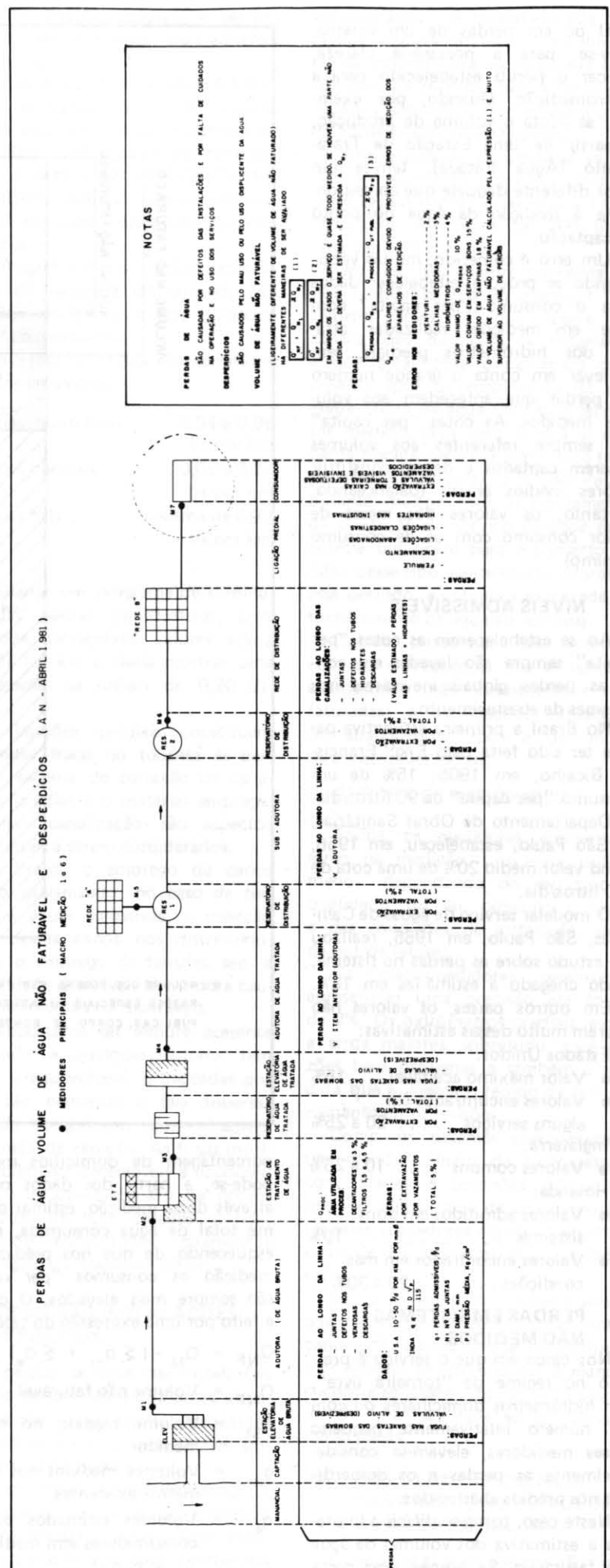
#### 14. RESULTADOS DA RECUPERAÇÃO

Um bom exemplo, que merece citação, é o da cidade inglesa de Bradford. Em 1948 o consumo "per capita" era de 190 litros/dia, valor considerado muito elevado perante os padrões locais. Naquela ocasião, em que as perdas eram estimadas em 31%, foi posto em prática um programa de pesquisa e medidas de prevenção e eliminação de perdas. Após quatro anos (1952), a cota "per capita" havia sido reduzida a 149 litros/dia e as perdas totais a 12%.

Naquela época, o Governo Inglês, através do seu Ministro da Saúde, tendo considerado que em algumas cidades as perdas chegavam a ultrapassar 30%, baixou recomendações especiais sobre o problema ("Interim Report of Committee on Causes of Increase in Consumption of Water", M.H., 1949), que é um documento clássico sobre a matéria.

Em uma cidade européia, onde se aplicou uma nova técnica de pesquisa de perdas na rede de distribuição, a situação foi a seguinte:

- Volume inicialmente considerado sob o título genérico de perdas ..... 11,1%
- Água não faturada e que não corresponde a fugas ..... 2,3%
- Perdas devidas a fugas detectadas e eliminadas ..... 3,8%
- Perdas residuais cuja eliminação não se justifica ..... 5,0% (Nesse caso, o programa conseguiu reduzir 34% do que considerava "perdas").



## 15. DESPERDÍCIOS

Na categoria de desperdício, inclui-se o uso abusivo de água, sem benefício previsto. O desperdício é causado pelo menosprezo à água, como um bem comum, em decorrência do seguinte:

- a) Aspectos culturais dos usuários e falta de educação sanitária;
- b) Inexistência de medição domiciliar e de controle por parte do serviço;
- c) Tarifa desatualizada, não condizente com o real valor da água;
- d) Pressões muito elevadas;
- e) Tubos e "metais" sanitários de má qualidade;
- f) Atuação descontrolada por parte de crianças;
- g) Falta de manutenção ou regulação.

## 16. PROGRAMA DE REDUÇÃO DE PERDAS EM SÃO PAULO

O estudo de viabilidade global da SABESP recomendou medidas para reduzir a magnitude das perdas de água no sistema da Capital e, conseqüentemente, aperfeiçoar a operação e aumentar a receita dos serviços.

Como, em dezembro de 1977, o volume de água não faturado foi estimado em 38%, estabeleceu-se que deveria ser reduzido para 25% ao fim de 5 anos, nível este que foi posteriormente baixado para 20%.

A extensão total da rede pública de distribuição era de 10.134 km e o número de ligações cadastradas atingia a 1.031.430. Admitia-se, porém, que o número real de ligações era de 1.046.000 (cerca de 15.000 ligações desconhecidas correspondendo a 1,5% de volume não faturado).

O programa de pesquisas pitométricas iniciado em 1969, mostrou que os vazamentos na rede eram da ordem

de 13%, valor porcentual que correspondia a 1,2 m<sup>3</sup>/s.

Estimou-se que 50% da água era perdida através de ramais prediais.

Os estudos já feitos demonstraram a viabilidade da redução pretendida (38% para 20%), através de um programa intensivo de eliminação de fugas, aliado a outras medidas necessárias, como a melhoria gradual da medição, o aperfeiçoamento dos projetos, de construção e da operação das redes.

Este Programa inclui vários subprogramas com as seguintes atividades:

- 1) Redução de vazamentos;
- 2) Melhoria da micromedição;
- 3) Melhoria do cadastro de ligações;
- 4) Melhoria do projeto de redes com novas concepções;
- 5) Melhoria dos processos construtivos de redes;
- 6) Treinamento do pessoal.

Em 1978 os recursos financeiros somavam 1,4 bilhões de cruzeiros, esperando-se recuperar uma vazão de 5,5 m<sup>3</sup>/s.

De acordo com o programa estabelecido, em 1980, a SABESP aprovou a concepção de uma nova metodologia de projeto de redes, de conformação diferente da tradicional, com ênfase sobre a implantação de novo Sistema de Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água. Essa metodologia já foi aplicada nos projetos de reforma e ampliação de aproximadamente 2.500 km de redes de água da Capital Paulista, e no momento está sendo implantada no Distrito Regional de Vila Mariana.

Oportunamente, esse programa será estendido a outras redes, inclusive em cidades do interior.

## REFERÊNCIAS

1. FAIR, G.M., J.C. GEYER e D.A. OKUN, "Water and Wastewater Engineering", John Wiley, New York (1966).
2. INSTITUTE OF WATER ENGINEERS, "Manual of British Water Engineering Practice, 4<sup>a</sup> Ed., Londres (1969).
3. HYDROTRONICS INC., Comunicação Particular (1979).
4. ENVIRONMENTAL ENGINEERING ORGANIZATION, "Manual on Water Supply and Treatment", 2<sup>a</sup> Ed., New Delhi (1977).
5. INSTITUTE OF THE NETHERLANDSWATER UNDERTAKING FOR TESTING AND RESEARCH, Contribuições do Subcomitê para Estudo de Perdas de Água, Amsterdam (1979).
6. HUDSON, W.D., "Reduction of Unaccounted-for Water", J.A.W.W.A. (Febr. 1964).
7. SCHAMBERGER, K.H., "Leak Surveys and Control of Unaccounted for Water", J.A.W.W.A. (Abril 1960).
8. BORBA JR., EDUARDO F., FUAD KOTAIT, LEONARDO LEVY e CNEC (como Consultora da SABESP), "Programa Especial de Redução de Perdas na RMSP, 1978/1983", Revista DAE, 38, n<sup>o</sup> 119, 1978.
9. CNEC — Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A., (Consultora da SABESP), "Critérios para Projetos e Procedimentos Operacionais para Controle de Perdas nas Redes de Distribuição de Água da RMSP — Relatório Especial (HIDROGRAN-Setembro 1980).
10. CNEC — Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A., (Consultora da SABESP), "Critérios para Projetos e Procedimentos Operacionais para Controle de Perdas nas Redes de Distribuição de Água para a RMSP (HIDROGRAN — Março 1981).
11. CNEC — Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A., (Consultora da SABESP), "Projeto de Ampliação e Controle da Rede de Água dos Setores: Vila Mariana, Consolação, Moóca, Vila Deodoro, Vila Maria, Penha e Mirante (HIDROGRAN — Abril 1981).