

Pesquisa e Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água

JOÃO ALBERTO FAVERO (1)
MARIO EDMUNDO MIGUEL DIB (2)

1. INTRODUÇÃO

Muita coisa tem sido dita no Brasil com relação à Pesquisa e Controle de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água, principalmente a partir das dificuldades crescentes de tratamento surgidas nas principais cidades motivadas pela poluição dos mananciais, cada vez mais escassos, ou mesmo insuficiência dos mesmos em regiões características. A visão que se forma então, é a um crescimento bastante significativo dos custos da produção de água, fator importantíssimo e preocupante para qualquer empresa de saneamento.

Além dessas considerações, deve ser levado em conta que a própria perda pode chegar a tal ponto que exija ampliações constantes do Sistema de Produção a fim de alcançar o objetivo principal que é suprir de água a população, fazendo com que o custo final chegue a níveis insuportáveis mesmo dispondo de mananciais de boa qualidade e estrategicamente localizados.

2. CONCEITO DE PERDA

Internacionalmente tem sido adotado o conceito de perdas que abrangem apenas a água que já tenha sido submetida aos processos de tratamento.

(1) Engenheiro da Divisão de Planejamento da Operação, Diretoria de Operação da Região Metropolitana – SABESP
(2) Engenheiro, Chefe da Divisão de Planejamento da Operação – SABESP

Assim sendo, poderíamos definir perda como sendo toda a quantidade de água submetida a algum processo de tratamento que foi introduzida no Sistema de Distribuição e não foi utilizada pelos consumidores.

3. CONCEITO DE DESPÉRDÍCIO

Toda a perda é um desperdício, porém como conceito específico, optamos por qualificá-lo como responsabilidade do consumidor, portanto intimamente ligado e dependente do nível cultural e sócio econômico de um povo. Desperdício, então, é toda a quantidade de água entregue ao consumidor e cuja utilização foi inadequada.

4. LOCAIS DE OCORRÊNCIA DE PERDAS E DESPÉRDÍCIOS

4.1. CAPTAÇÃO E ADUÇÃO

Apesar de não termos incluído como perdas as ocorridas nessa fase do processo de um Sistema de Abastecimento de Água, recomendamos que sejam fiscalizadas e medidas, principalmente no caso brasileiro, onde é muito comum que as captações sejam feitas por meio de Estações Elevatórias, portanto sujeitas a custos de energia elétrica que podem justificar a sua eliminação. Excetuando-se as perdas que geralmente ocorrem nas bombas (gaxetas, por exemplo) e nas válvulas de alívio (quando existentes), em ambos

os casos bastante pequenas, há que considerar-se, principalmente aquelas havidas na adutora e que são detectadas através de medições de vazão simultâneas no início e no final da canalização. No Brasil ainda não temos um valor admissível pré-fixado, que dependerá de variáveis como material, idade da tubulação, número de juntas, comprimento etc. Cada caso deve ser analisado em função de benefício e custo.

4.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Na ETA, deverão ser consideradas as quantidades de água necessárias ao processo de tratamento, que não constituem perdas, desde que mantidas a níveis adequados, tais como:

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

Havendo um consumo acima desses padrões que não seja justificado devido a casos especiais de água de má qualidade, deverão ser inspecionadas as estruturas, comportas, válvulas e extravasores.

4.3. SUBADUTORAS

Aqui consideram-se as tubulações principais de interligação dos reservatórios e aquelas que operam como linhas tronco, não contendo ligações prediais. Nesse caso, valem as recomendações feitas para a adução.

4.4. RESERVATÓRIOS

Dois fatores principais são responsáveis pelas perdas ocorridas em um reservatório de acumulação:

a) Falhas de Estrutura

Classificam-se aqui as trincas de fundos ou de paredes laterais de reservatórios, que podem facilmente ser identificadas, sendo suficiente para tanto fechar as linhas de chegada e saída do mesmo, observando-se o nível durante um período razoável, que será estimado em função da capacidade de reserva. Quanto maior o volume, tanto maior será o tempo de observação.

Havendo uma redução de lâmina, consequentemente haverá perda, devendo ser identificada e corrigida (Fig. 1).

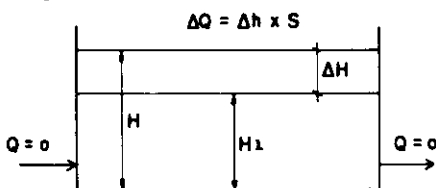


FIG. 1

Deverão ser verificados os registros de parada das tubulações que poderão, eventualmente, não ser estanques, invalidando a operação. Se isto ocorrer, a identificação da perda será conseguida com medições simultâneas das vazões de entrada e saída, bem como da variação de nível do reservatório (Fig. 2).

$$\Delta Q = (Q - Q_1) \pm S (H - H_1)$$

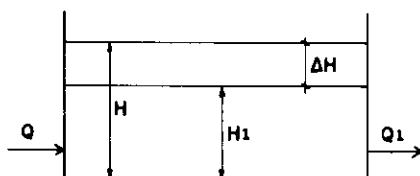


FIG. 2

Nas lavagens de reservatórios poderá ocorrer que fiquem alguns detritos na sede da cunha do registro, impedindo a sua vedação e provocando perda.

b) Extravasão

É uma perda decorrente de falha operacional, ou mais exatamente, do Sistema de Controle Operacional. Em muitos casos chega a atingir valores significativos. Pode ser detectada através de medição simultânea das vazões de entrada e saída e do nível do reservatório. Um método simples de prevenção consiste em manter um tubo transparente (ou similar), com escala graduada, instalado na tubulação de extravasão permitindo um acompanhamento diário da eficiência operacional (Fig. 3).

O operador não deve ter acesso à "testemunha", mas recomenda-se a leitura diária do nível do tubo, ou a cada troca de operador.

4.5. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

É responsável pelo maior índice de perdas de todo o Sistema, pois inclui também os ramais de ligação ao consumidor. As perdas dependerão de vários fatores, tais como material utilizado, qualidade de mão-de-obra, tipo de solo, tráfego, pressão, idade, etc.

O nível de perda admissível varia de um local para outro, mas em todos os casos está ligado à relação custo/benefício. À medida que essa relação se aproxima de 1, começa a reduzir o interesse de qualquer empresa em efetuar investimentos.

Nos Estados Unidos, por exemplo, são utilizados como admissíveis os seguintes valores de perda:

- Redes muito boas: 0,4 a 0,08 l/seg por km.
- Redes normais: de 0,08 a 0,27 l/seg por km.
- Redes ruins: acima de 0,27 l/seg por km.

Na Holanda, quando a demanda industrial não é maior que 10% do total produzido, quando os ramais apresentam condições satisfatórias, com hidrômetros instalados em todas as ligações e as condições do solo são favoráveis, a perda admissível está entre 0,2 e 0,5 l/hora por habitante. Quando essas condições não são atendidas, esses limites crescem para 1 a 1,5 l/hora por habitante. Nesses dados estão incluídas, é claro, as perdas ocorridas nas instalações internas dos consumidores.

Em outros locais, usa-se como limite de tolerância, o valor da vazão mínima noturna. Na Holanda, usam-se respectivamente valores de 0,3 a 0,7 l/h e 1,1 a 1,7 l/h multiplicados pelo número de habitantes, nas situações descritas.

Também é comum utilizar-se como parâmetro a relação entre a vazão mínima noturna e a vazão média.

Em Londres, essa relação alcançou 14% e em Manchester 12%.

Em todos os casos, porém, há que ser levado em conta todos os fatores que envolvem a questão de definições de parâmetros, tais como tipos de consumo, costumes, qualidade de suprimento, etc., além do problema de custo/benefício já mencionado.

4.6. INSTALAÇÕES PREDIAIS

Nesse caso, não levando em conta o desperdício, as perdas dependerão diretamente da qualidade do material empregado nas instalações, da mão-de-obra, idade das instalações, etc. A eliminação dessas perdas depende muito mais do próprio consumidor, e a empresa de Saneamento tem à mão apenas dois fatores: a cobrança do volume perdido (quando é medido pelo hidrômetro) e uma campanha de conscientização, que poderá também englobar o aspecto de desperdício. Entre as perdas mais comuns podem ser citados os vazamentos em torneiras que não fecham, válvulas de descarga com vazamento, boias que não vedam, vazamentos nas tubulações, etc.

É usual que as Companhias de Saneamento distribuam revistas ou panfletos orientando como identificar essas perdas.

5. SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS

É evidente que dentro de um Sistema de Abastecimento de água tantas são as variáveis que interferem diretamente no tocante às perdas, que talvez o fator mais importante seja preveni-las. Muitas vezes observa-se um Sistema recém instalado, com características de idade avançada e esse envelhecimento precoce pode ser motivado por problemas que podem variar desde projeto, material, qualidade de execução, entre outros, cada um contribuindo com um peso diferente na balança de perdas.

Assim é que definimos como Sistema de Controle de Perdas, todas as etapas que fazem parte de um Sistema de Abastecimento, desde concepção de projeto até pesquisa de perdas e o combate a elas.

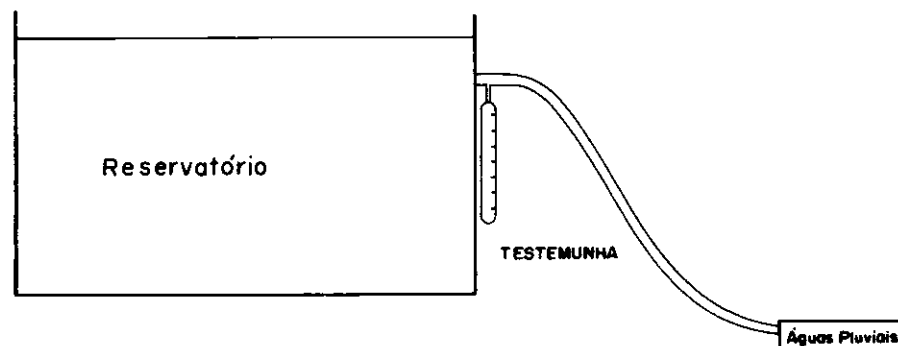


FIG. 3

5.1. CONCEPÇÃO DE PROJETO

Não se pretende, é claro, introduzir novas normas ou alterar matérias, apenas direcioná-lo também para o controle de perdas.

A definição de Zonas de Pressão na rede de distribuição é fundamental, pois evita a ocorrência de pressões elevadas e em casos de interligação de zonas de pressão distinta, que sejam utilizadas válvulas redutoras de pressão. As normas fixam um valor máximo para as pressões estáticas e é recomendável manter-se longe dele.

Seria interessante nessa fase, que fossem definidas, inclusive, as formas e opções de controle de perdas. Em se escolhendo pesquisa de perdas por meio de subdivisões da rede em trechos pequenos, deverão ser previstas as localizações de medidores para medi-los e projetar as instalações adequadamente possibilitando o seu isolamento.

5.2. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

É um elemento fundamental e não deve ficar limitado apenas à rede de distribuição. Não se pode alterar a classe de um determinado tubo sem análise adequada, quer seja ele de ferro fundido, cimento amianto ou PVC. Portanto, talvez fosse importante que a especificação contivesse mais de uma opção, prevendo eventuais problemas de mercado. Cada item deve ser minuciosamente especificado, quer seja ele tubo, válvula redutora de pressão, registro, curva, tê, ferrule, ramal predial, etc.

5.3. COMPRA DE MATERIAIS, TRANSPORTE, RECEBIMENTO E ESTOCAGEM

Uma boa especificação nem sempre gera uma boa compra ou a aquisição

do material de melhor qualidade. É necessário que o critério de julgamento de propostas de fornecimento inclua condições técnicas de seleção. Faz-se mister ressaltar que o recebimento do material deverá estar condicionado às especificações e, portanto, todos os testes possíveis e ao nível de cada empresa deverão ser feitos para avaliar a qualidade do material recebido.

Transporte e estocagem serão itens tão mais importantes quanto mais frágeis forem os materiais em questão e são fundamentais no que diz respeito a controle de perdas. A simples mistura dos tubos de um fornecedor com as juntas elásticas (ou anéis) de outro, poderão causar vazamentos em grande escala.

5.4. EXECUÇÃO DE OBRAS, FISCALIZAÇÃO, RECEBIMENTO, LAVAGEM E DESINFECÇÃO

Observa-se que novamente haverá transporte e estocagem de material e, nessa etapa, mais intensos, gerando uma possibilidade, pelo menos estatística, de um número maior de falhas.

Nos casos em que houver utilização de tubos de classes diferentes, deverá haver uma fiscalização eficiente que verifique a aplicação correta de cada tipo no local adequado.

O assentamento das redes, bem como dos ramais deve ser feito em vala uniforme e isenta de pedras (alguns países exigem que seja feito um leito de areia antes da colocação dos tubos), possibilitando uma melhor distribuição das cargas externas (Fig. 4).

A profundidade das tubulações deve obedecer a padrões fixados em projeto, que serão definidos em função do local, do material, etc.

O fechamento da vala também deve seguir as normas de qualidade de material de enchimento e de compac-

tação dos solos.

Normalmente, utiliza-se para enchimento da vala o mesmo material de escavação, não importando se contém pedras ou concreto asfáltico, que são jogadas na tubulação (Fig. 5).

O teste hidrostático é mundialmente recomendado e é, em alguns países, feito com a vala aberta, identificando-se imediatamente o possível vazamento.

A AWWA fixa os valores de vazamentos toleráveis para recebimento de tubulações:

MATERIAL

f^of^o com junta elástica ou mecânica

FÓRMULA NORMA

$$Q_v = \frac{ND\sqrt{P}}{660} \quad \text{C.600-64}$$

MATERIAL

f^of^o com junta de chumbo

FÓRMULA NORMA

$$Q_v = \frac{ND\sqrt{P}}{330} \quad \text{C-600-64}$$

MATERIAL

Cimento amianto

FÓRMULA NORMA

$$Q_v = \frac{ND\sqrt{P}}{700} \quad \text{C.603-65}$$

Onde:

Q_v = Vazão de vazamento em l/h
N = número de juntas no trecho testado

D = Diâmetro da tubulação em cm
P = Pressão média durante o ensaio kg/cm²

Ainda durante a execução deverão ser tomados os cuidados necessários para a proteção das tubulações, evitando que entrem para o interior das mesmas materiais indesejáveis, que provocarão perdas excessivas para lavagem além de afetarem peças especiais instaladas, como válvulas redutoras de pressão, hidrômetros, etc.

Sobre cadastro, ressaltar sua importância, já por demais repetida em todas as empresas, seria redundância, porém é conveniente frizar que o acesso a ele deve ser simples e rápido.

5.5. CONTROLE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Operação e Manutenção são duas atividades que devem caminhar sempre

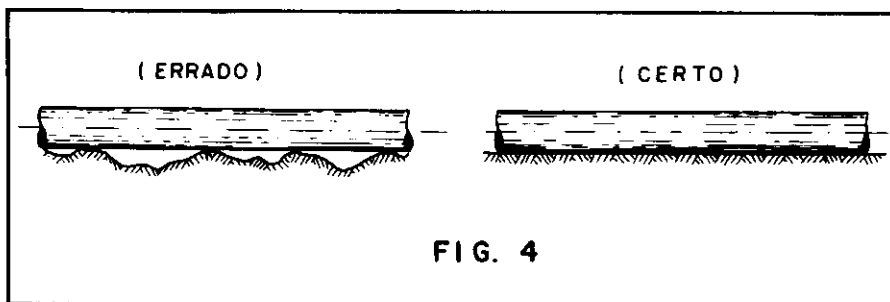


FIG. 4

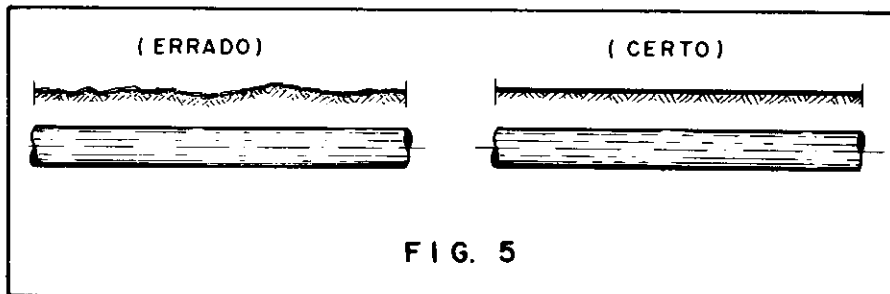


FIG. 5

juntas, pois ambas são muito importantes em um Sistema de Controle de Perdas e, obviamente, interdependentes. Uma operação eficiente é aquela que traz sob seu controle elementos confiáveis, em termos de dados, tais como pressão, vazão e nível, utilizados para uma racionalização operacional. O controle das pressões evidentemente garantirá valores aceitáveis para operar o Sistema. O acompanhamento das vazões nas diversas áreas permitirá um conhecimento evolutivo das características de cada região, fixando parâmetros razoáveis para análises não só no que diz respeito às perdas, como também no que tange a um abastecimento melhor da população. O acompanhamento dos níveis de reservatórios constitui um instrumento eficaz no controle da extravasão, em muitos casos, responsáveis por um elevado percentual de perdas.

O Sistema de Controle de Perdas conduz a uma operação racional e eficiente, cujos resultados constituem um benefício para a comunidade e representam, sem sombra de dúvida, um fator econômico essencial para a Empresa.

O grau de sofisticação dos dispositivos de Controle Operacional é função exclusiva da complexidade do Sistema de Abastecimento, disponibilidade financeira e avanço tecnológico da empresa.

À manutenção, por seu lado, cabe uma missão fundamental, cuja primeira imposição reside no dimensionamento e treinamento adequado de todo o pessoal para fazer face aos serviços, quer de correção quer de prevenção.

A rapidez nas providências começa na identificação do vazamento, fechamento e esvaziamento da tubulação, conserto, lavagem, desinfecção e finalmente entrada em operação.

Volta a surgir, na fase de manutenção, a necessidade de proteger as tubulações, evitando a entrada de materiais no seu interior, que aumentarão os problemas de micromedição e criam outros junto ao consumidor.

A estatística de ocorrência de vazamentos, definindo os locais de maior incidência, as causas e os tipos de materiais utilizados definirá as áreas críticas e os materiais mais adequados, possibilitando uma política mais objetiva na solução específica de cada caso, quer seja devido a pressões elevadas, idade da rede, inadequabilidade de materiais, qualidade do solo, etc.

Em quase todas as empresas, identifica-se rapidamente que o percentual de vazamentos em ramais é sobremaneira maior que o de vazamentos em

redes, que são, respectivamente, da ordem de 70% e 30%. Esse será, então, um elemento característico para estudo.

5.6. MACROMEDIÇÃO

A Macromedição gera parâmetros que indicam o momento de pesquisar perdas. A relação entre o consumo mínimo noturno e o consumo médio é uma dessas indicações. O próprio consumo mínimo noturno pode ser a variável adotada, ou ainda a comparação entre valores macro e micromedidos.

Em termos de macromedição, recomenda-se basicamente que ela ofereça níveis de precisão satisfatórios, porém quanto ao seu grau de sofisticação não há regras pois é uma Condicionante da própria empresa e depende de recursos humanos, financeiros e disponibilidade de equipamentos.

Pesquisa de perdas pura e simples não implica necessariamente na existência de macromedição, contudo em um Sistema de Controle de Perdas ela é imprescindível.

5.7. MICROMEDIÇÃO

Um Sistema eficiente e eficaz, chega ao nível de identificar instalações prediais com consumos elevados, simplesmente através de medições que objetivem pesquisa de perdas. É bem verdade que consumos excessivos podem ser atribuídos tanto a perdas físicas como a desperdício, embora ambos dependam diretamente da situação econômica e sócio-cultural do consumidor. Aí reside o fator conclusivo da necessidade ou não de implantação de micromedição. Como no Brasil o estágio médio cultural da população não conduz a uma utilização criteriosa da água, há uma saturação precoce do Sistema Produtor. Nesse caso, o remédio de atuação mais rápida é a implantação de hidrômetros. Numerosos estudos, com resultados práticos, indicam uma redução de 40% do consumo efetivo após a colocação de hidrômetros nas ligações prediais.

É um investimento relativamente caro, porém se utilizado no momento adequado, fará com que custos muito maiores sejam evitados.

O Controle de Perdas não pode prescindir de micromedição desde que implantado para enfrentar problemas como o do desperdício.

Importante também é ressaltar o nível de precisão dos hidrômetros existentes no mercado, normalmente abaixo do que se espera, após um período de utilização. Essa imprecisão

é maior quanto menor for o consumo da ligação, pois o que mais afeta os hidrômetros é o deslocamento do limite inferior de exatidão, que provoca erros negativos.

5.8. QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS

Teoricamente existem vários processos para quantificar perdas e são formuladas várias expressões para determiná-las, a exemplo do Balanço de Águas publicado na Carta Periódica n.º 4 do Centro Panamericano de Engenharia Sanitária e Ciência do Meio Ambiente-CEPIS. (Fig. 6).

Muitos dados deverão ser estimados e a precisão deles estará ligada a elementos obtidos ao longo da história da Companhia. A princípio poderão parecer difíceis as informações solicitadas pela equação, pois exigem pesquisas por parte de quem se dispõe a estabelecer o nível das perdas, contudo são plenamente viáveis.

5.9. PESQUISA DE PERDAS

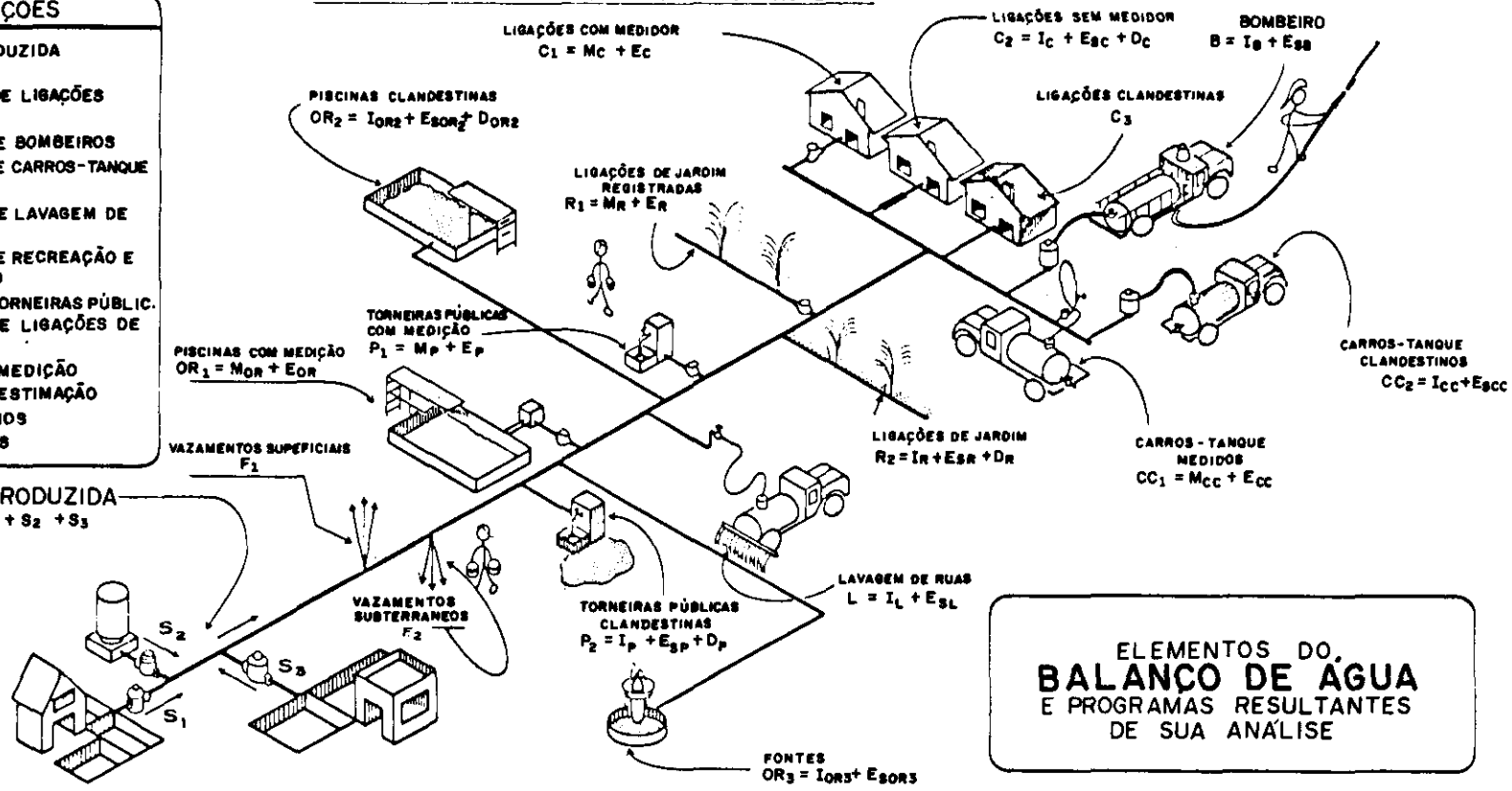
Na definição de perdas, houve uma caracterização de perdas físicas, porém levando-se em conta o aspecto da viabilidade econômica da empresa, cabe ressaltar que a imprecisão a que estão submetidos os hidrômetros representa um papel muito importante nesse contexto e deve ser tratada adequadamente. Na capital de São Paulo os estudos levam a concluir que essa imprecisão é da ordem de 15 a 17% do volume produzido. Como a cobrança de água é baseada no volume registrado pelo medidor, a perda econômica assume valores significativos, merecendo atenção especial, razão pela qual a SABESP assumiu como perda uma definição mais específica que consiste na Diferença entre o Volume Produzido e o Volume Faturado.

Nesse caso, a melhoria da qualidade da micromedição trará benefícios financeiros representativos.

Com a adequação das faixas de consumo para os hidrômetros das várias capacidades e da melhoria da própria qualidade do medidor, aliados a um programa racional de manutenção, pode ser alcançada uma redução razoável desse subfaturamento, mas haverá sempre uma parcela não medida pelos hidrômetros, cujo custo de eliminação não é compensador.

A pesquisa de vazamentos na rede de distribuição pode ser dividida em duas classes fundamentais: Pesquisa sem Medição e Pesquisa com Medição, sendo que esta é efetuada com a finalidade específica de identificar trechos

- CONVENÇÕES**
- S = ÁGUA PRODUZIDA
 - C = CONSUMO DE LIGAÇÕES DOMICILIAR
 - B = CONSUMO DE BOMBEIROS
 - C = CONSUMO DE CARROS-TANQUE
 - F = PERDAS
 - L = CONSUMO DE LAVAGEM DE RUAS
 - OR = CONSUMO DE RECREAÇÃO E PAISAGISMO
 - P = CONS. DAS TORNEIRAS PÚBLIC.
 - R = CONSUMO DE LIGAÇÕES DE JARDIM
 - E = ERROS DE MEDIÇÃO
 - E_a = ERROS DE ESTIMAÇÃO
 - D = DESPÉRDICIOS
 - I = ESTIMAÇÕES



ELEMENTOS DO BALANÇO DE ÁGUA E PROGRAMAS RESULTANTES DE SUA ANÁLISE

| | | | | | | | | |
|-------------------|--|------------------------------------|---|-----------------------|---|---|------------------|--------------------|
| S = PRODUÇÃO | + C (CONSUMO DAS LIGAÇÕES PREDIAIS) | + CC (CARROS-TANQUE) | + R (LIGAÇÕES DE JARDINS) | + L (LAVAGEM DE RUAS) | + P (TORNEIRAS PÚBLICAS) | + OR (RECREAÇÃO E PAISAGISMO) | + F (VAZAMENTOS) | + B (BOMBEIROS) |
| $S_1 + S_2 + S_3$ | $C_1 = M_c + E_c$ $C_2 = I_c + E_{sc} + D_c$ C_3 | $CC_1 = M_{cc} + E_{cc}$ CC_2 | $R_1 = M_r + E_r$ $R_2 = I_r + E_{sr} + D_r$ | $L = I_l + E_{sl}$ | $P_1 = M_p + E_p$ $P_2 = I_p + E_{sp} + D_p$ | $OR_1 = M_{or} + E_{or}$ $OR_2 = I_{or} + E_{sor} + D_{or}$ $OR_3 = I_{or3} + E_{sor3}$ | F_1 F_2 | $B = I_b + E_{sb}$ |

100 = $\frac{M+I}{S} \times 100 = \% \text{ ÁGUA JUSTIFICADA}$ + $100 - \frac{M+I}{S} \times 100 = \% \text{ ÁGUA NÃO JUSTIFICADA}$

PRODUÇÃO = ÁGUA MEDIDA + M + ÁGUA ESTIMADA + I + DESPÉRDICIOS + ERROS DE MEDIÇÃO + LIGAÇÕES CLANDESTINAS + VAZAMENTOS + ERROS DE ESTIMATIVA

$S = (M_c + M_{cc} + M_r + M_p + M_{or}) + (I_c + I_r + I_l + I_p + I_{or}) + (D_c + D_r + D_p + D_{or}) + (E_c + E_{cc} + E_r + E_p + E_{or}) + (C_3 + CC_2 + P_2 + OR_2) + (F_1 + F_2) + (E_{sc} + E_{sr} + E_{sp} + E_{sor} + E_{sb})$



FIG. 6

de rede com possibilidade de vazamentos.

Nessas duas classes, poderíamos posicionar ainda Sistemas de Abastecimento com e sem macromedicação.

Qualquer que seja a classe e o grau de macromedicação do Sistema, uma premissa é válida: em qualquer Sistema de Abastecimento, aproximadamente 70% das perdas com vazamentos localizam-se em 20 a 30% da área total onde existe rede, devendo ser caracterizada essa região.

5.9.1. Pesquisa sem Medição

A primeira providência será ter, antes de tudo, equipes de manutenção com capacidade de produção suficiente para reparar os vazamentos encontrados sem o que todo e qualquer programa de pesquisa de vazamentos cairá no descrédito. O levantamento de dados para definir as áreas críticas ou prioritárias para implantação da pesquisa de vazamentos deverá conter:

- a) — Locais de maior incidência de reparos de vazamentos nos últimos 12 meses (se houver registro de um período maior, melhor será a análise).
- b) — Locais de pressões mais elevadas.
- c) — Locais de solo de má qualidade e de grande intensidade de tráfego.
- d) — Locais de redes mais antigas.
- e) — Locais onde existam materiais de má qualidade ou inadequados.
- f) — Locais onde a mão-de-obra utilizada não era especializada.
- g) — Interferência de terceiros.

Outros parâmetros podem ser levados em conta, dependendo das características de cada sistema e a associação deles define os níveis de prioridade do programa. O passo seguinte é a detecção de vazamentos através de pesquisa acústica.

Mais comumente têm sido utilizados instrumentos mecânicos (geofones) e eletrônicos.

O geofone é constituído por duas sapatas, de liga de bronze e cobre, contendo em seu interior um núcleo de chumbo que funciona como filtro, e duas membranas de bromo fosforoso, ligadas por meio de mangueiras a um auricular semelhante ao de estetoscópio.

Usualmente o operador caminha deslocando as sapatas distanciadas uma da outra, até que consiga identificar o ruído do vazamento entre elas. (Fig. 7). Na SABESP, a experiência mostrou que mantendo os sensores juntos, a qualidade do som é melhor.

O geofone atualmente é fabricado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), desenvolvido graças a um convênio SABESP/IPT.

O detector eletrônico é constituído por um sensor acoplado a um amplificador contendo, ou não, um seletor de frequência e um filtro. No amplificador há uma saída para um fone de ouvido que é utilizado pelo operador. Alguns acessórios são ainda oferecidos, tais como indicador visual de nível de ruído e sensores de contato, entre outros. (Fig. 8).

O IPT vem desenvolvendo um equipamento semelhante para a SABESP, contudo o amplificador ainda apresenta ruídos prejudiciais à pesquisa.

A principal vantagem do eletrônico sobre o mecânico reside no fato de que este último é muito cansativo, limitando o operador a um período de uso efetivo máximo de 4 horas por dia. Um outro fator tem merecido atenção: o operador habituado à utilização do geofone, dificilmente se adapta ao eletrônico, não sendo recomendável simplesmente trocar o aparelho. O mais conveniente é treinar um novo operador.

Alguns fatores são fundamentais na detecção de vazamentos:

Material da Tubulação

A transmissão do som através da tubulação depende diretamente da densidade do material de que ela é feita. Assim, o aço será melhor condutor que o ferro fundido, e este melhor que o cimento amianto e o PVC.

Pressão na Tubulação

Quanto maior for a pressão maior e melhor será a qualidade do som.

Material de Cobertura

Quanto maior for a densidade do solo que cobre a tubulação, melhor será a qualidade de transmissão do som. A área compactada e a rocha são melhores transmissores de som que a turfa.

Superfície

A superfície do terreno onde se faz a detecção influi diretamente na pesquisa. Em terrenos gramados, o som é quase que totalmente anulado, não havendo transmissão das vibrações para o sensor. Em se tratando de equipamentos eletrônicos, deverá ser utilizado o acessório adequado, enquanto que no mecânico, o mais conveniente será tentar colocar as sapatas nos pontos onde não há vegetação.

Ruído Ambiente

Se o meio ambiente apresentar ruídos intensos na faixa de frequência de

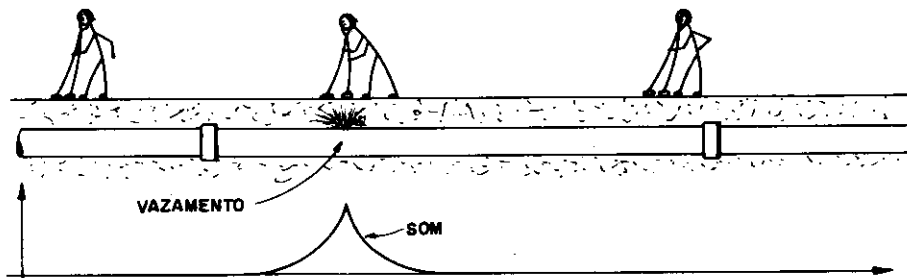


FIG. 7

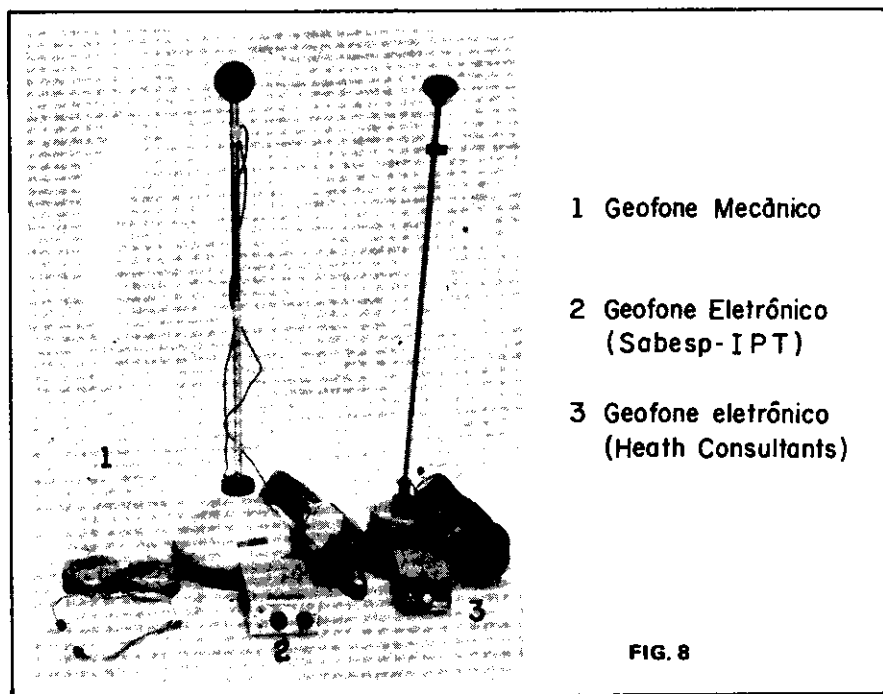


FIG. 8

vazamentos, será muito difícil para o operador a sua identificação.

Tubulação em Regime Normal de Operação

Se a rede não estiver carregada e em condições normais, o próprio ruído de passagem de água falseará a detecção.

Reservatórios Domiciliares

A existência de reservatórios domiciliares, provoca vazões, quase sempre muito pequenas, durante um grande período do dia o que dificulta as pesquisas, principalmente em ramais prediais.

Para utilização de qualquer um dos equipamentos a seleção dos operadores deverá ser muito criteriosa, pois nem todas as pessoas apresentam capacidade auditiva suficiente para desempenhar a função satisfatoriamente e como passo seguinte, submetê-los a um treinamento adequado.

Além desses, existem outros processos mais e menos sofisticados como o empregado pela Hydrotonic dos Estados Unidos que consiste de um veículo equipado com instrumentos que permitem, por meio de sensores acoplados à tubulação, medir a intensidade do som do vazamento e, portanto, localizá-lo. Nesse caso, é feita a prestação do serviço, não havendo transferência de tecnologia ou venda do equipamento. O Water Research Center em conjunto com a Plessey da Inglaterra, desenvolveu o Leak Noise Correlator, aparelho que possui um microprocessador para correlacionar os tempos de percurso do som entre o vazamento e dois sensores acoplados à tubulação, indicando a distância do vazamento em relação a eles. Outros métodos utilizando gases traçadores são também utilizados, porém em escala muito menor.

As desvantagens na utilização do processo de pesquisa acústica direta são:

- Não há um controle efetivo da qualidade do serviço, pois não existem valores medidos;
- Não se conhece a grandeza do vazamento;
- Provoca desgaste nas equipes de pesquisa;
- Corre riscos de ser anti-econômica se não for feita uma escolha adequada da região de pesquisa.

Como vantagem maior, principalmente nos casos em que se inicia a pesquisa, podemos citar que o investimento inicial é muito menor que no processo em que se utiliza medição que exige adequação da rede.

5.9.2. Pesquisa com Medição

Basicamente não há distinção conceitual entre os vários processos utilizados. Apenas alguns iniciam uma fase de Pesquisa com extensões maiores de rede, que são medidas por

períodos não inferiores a 24 horas e a partir da análise dos resultados conclui da necessidade ou não de pesquisar vazamentos. Só então se iniciam as medições de subdivisões.

Método da Vazão Mínima Noturna

Nesse caso se enquadram os Distritos Pitométricos e o processo utilizado pelos ingleses cujas diferenças principais estão no tipo de medidor utilizado (tubo pitot e medidor de perdas cuja faixa de medição vai de 1/300 da vazão máxima até à vazão máxima) e na extensão do Distrito, que no método inglês pode ser assim definida: o consumo da área deve ser compatível com a capacidade do medidor. Os registros limites para isolamento da área não devem ser em número maior do que 20. O Distrito deverá ter abastecimento normal e sem intermitência em função da linha tronco de Suprimento. Não deverá exceder 25 Km.

Normalmente na Inglaterra, esses distritos são permanentes e já possuem um hidrômetro instalado e na época das medições, apenas se instala o registrador e faz-se o fechamento dos registros necessários.

(Fig. 9 – Esquemas de Distritos)

Obtido o histograma de consumo procede-se à análise do resultado, através de parâmetros que variam de país para país e de local para local em cada cidade, em função dos tipos de consumo.

(Fig. 10 – Histograma de Consumo)

Na SABESP, como parâmetros para definição da existência de vazamentos pesquisáveis, utiliza-se a relação entre a Vazão Mínima Noturna e a Vazão Média, que dá o Fator de Pesquisa e de modo geral se esse fator for maior que 30% a região contém vazamentos economicamente detectáveis.

Na Inglaterra, na primeira fase de redução de perdas fixa-se um objetivo de 150 l/residência x dia, seguido de 100 l/residência x dia, até que se encontre o nível econômico de pesquisa, valores esses de vazão mínima noturna. Em sistemas bem administrados, o ponto onde o custo de investimento na recuperação de um vazamento é igual ao valor da água resgatada situa-se em 40 l/residência x dia e na média das empresas no dobro desse valor.

Todos os parâmetros, contudo, são obtidos em função de cada sistema e através de sucessivas medições ao longo do tempo.

Em ambos os casos, havendo necessidade de pesquisas, é feita a subdivisão do distrito em pequenos trechos de rede, que são analisados em função dos consumos Mínimos Noturnos admissíveis

para cada local. Os trechos que apresentarem valores acima desses limites serão submetidos a pesquisa acústica para localização dos vazamentos.

Após a recuperação das perdas, são repetidas as medições que servirão não só para a sua quantificação, mas também para obtenção de parâmetros para comparações futuras.

Medição em Consumo Zero

Nesse método, são medidos diretamente os trechos de rede do Sistema, não sendo utilizadas as medições de 24 horas para análise da vazão mínima noturna. Variam também os equipamentos empregados e a sua instalação. O suprimento dos trechos é feito por meio de mangueiras ligadas a hidrantes, um fora do Trecho que é isolado por meio de fechamento de registros e outro no seu interior, de tal forma que a água veiculada, passe através de um medidor que permite registros de vazão instantânea. O método se consubstancia no fato de que uma rede perfeitamente isolada e sem consumo, deve apresentar vazão nula, ou consumo zero, ainda que durante uma fração de segundo (Fig. 11).

Existindo vazamentos, não se obtém vazão nula e a indicação da vazão dos mesmos é dada pelo menor valor medido (Figs. 11 e 12).

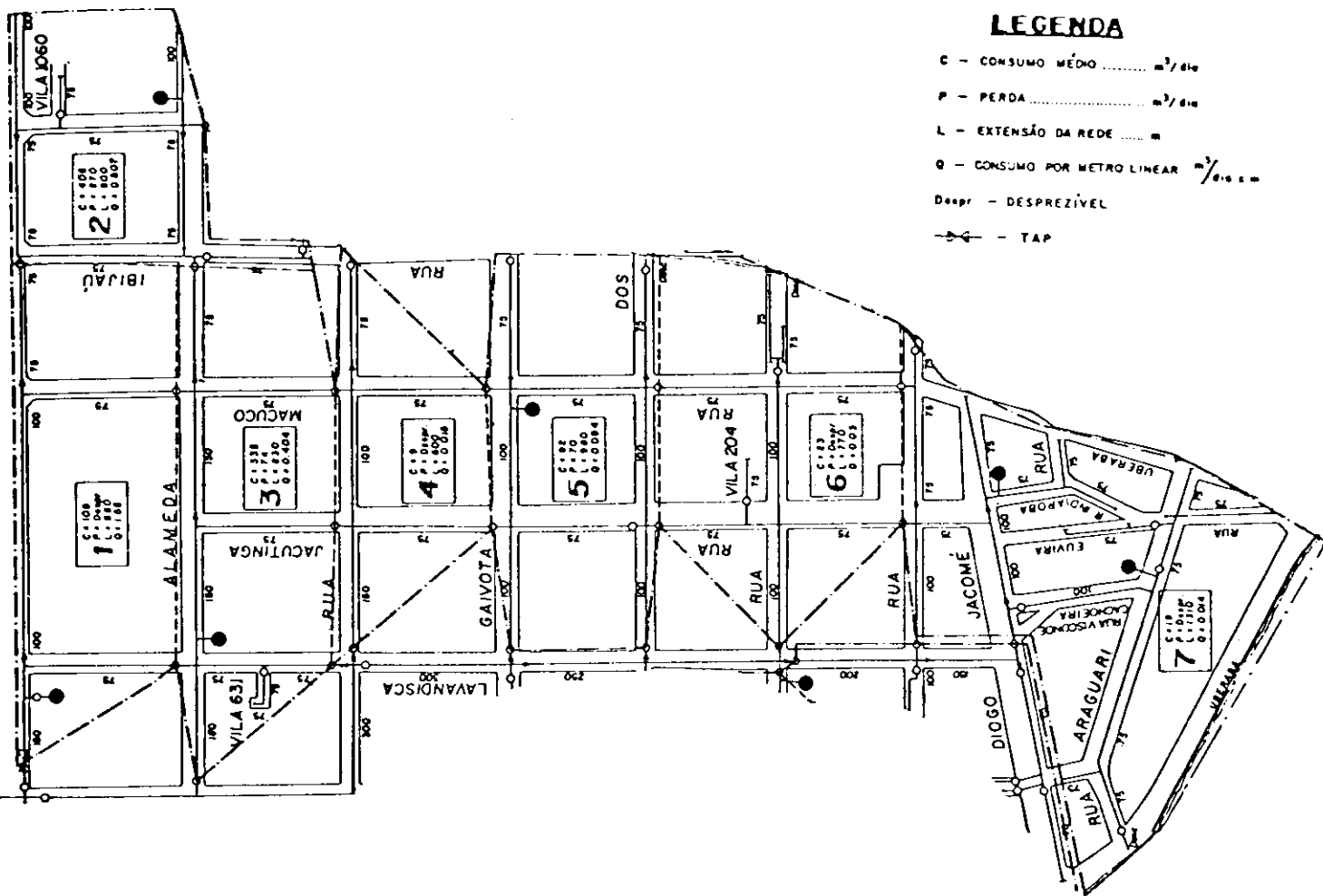
Quando na região onde se executam as medições houver consumo mínimo, este deverá ser determinado para as características daquela área, porém o critério de análise é o mesmo, considerando-se apenas o valor do consumo mínimo (Fig. 13).

Esse método permite que os trechos sejam acrescidos ou reduzidos. São utilizados dois hidrômetros para cobrir uma faixa maior de vazão, com registros gráficos, um manômetro registrador que indicará a pressão de entrada na área medida, uma bomba para elevar a pressão quando necessário, colunas de hidrante, manômetros, chaves de manobra, entre outros, em um veículo que se desloca em função dos pontos de medição (Fig. 14).

Talvez hoje esses processos estejam fora da realidade brasileira, contudo não deixa de ser importante às empresas de saneamento conhecê-los, pois no instante em que atingirem o estágio necessário para sua utilização, poderão contar com uma tecnologia nacional de utilização desses métodos e, quem sabe, com fornecedores nacionais ou empresas brasileiras de prestação desse tipo de serviço, a exemplo do que acontece em outros países.

Ressalte-se, que nenhum método poderá ser transposto integralmente de um país para outro e o período de adequação das empresas servirá para obtenção dos parâmetros de nível econômico de pesquisa, dos intervalos de retorno a uma determinada região. Pois as sistemáticas de contro-

ESQUEMA DE DISTRITOS PITOMÉTRICOS



DISTRITO INGLES

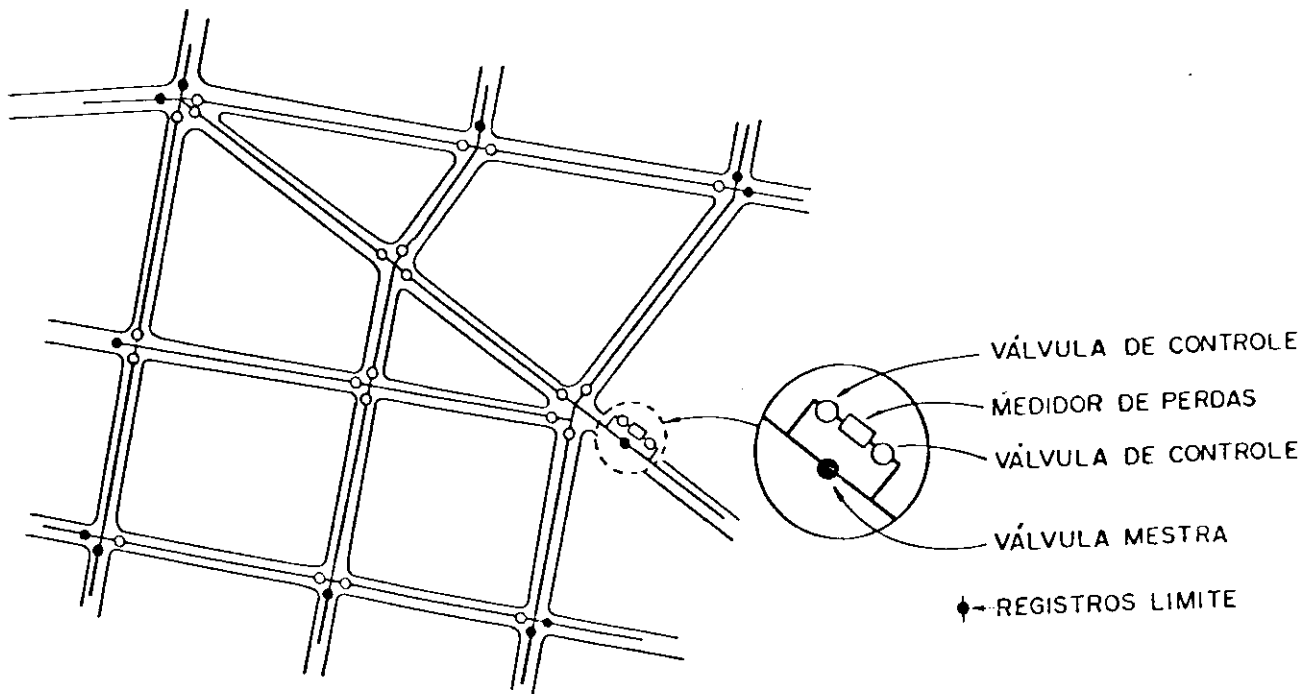


FIG. 9

D. P. TORRE ALPINA I
REGISTRO HORÁRIO DE VAZÕES

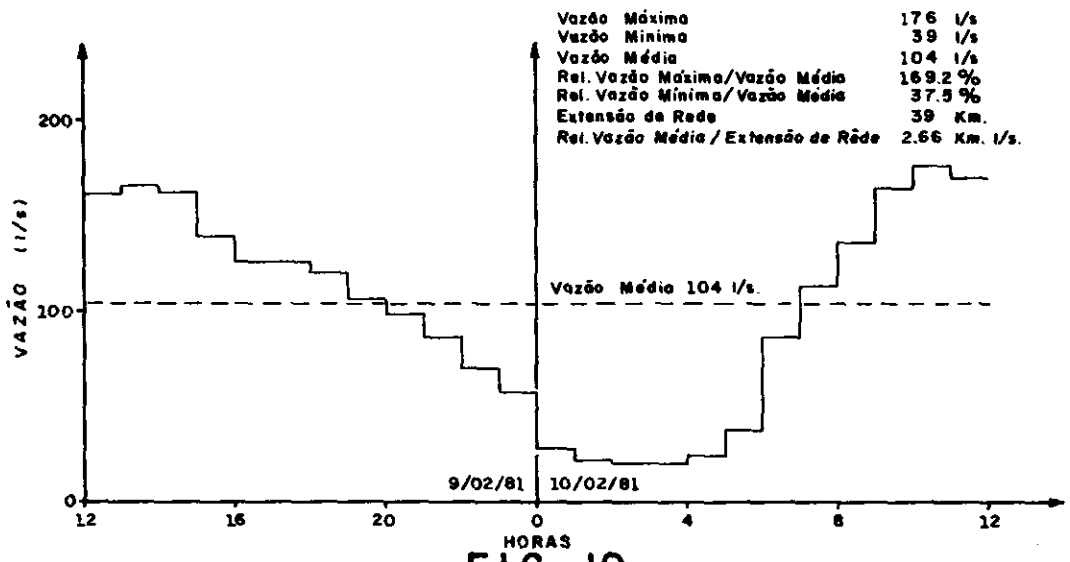


FIG. 10

PRINCÍPIO DA MEDIÇÃO EM CONSUMO ZERO
(Vazamento = 0)

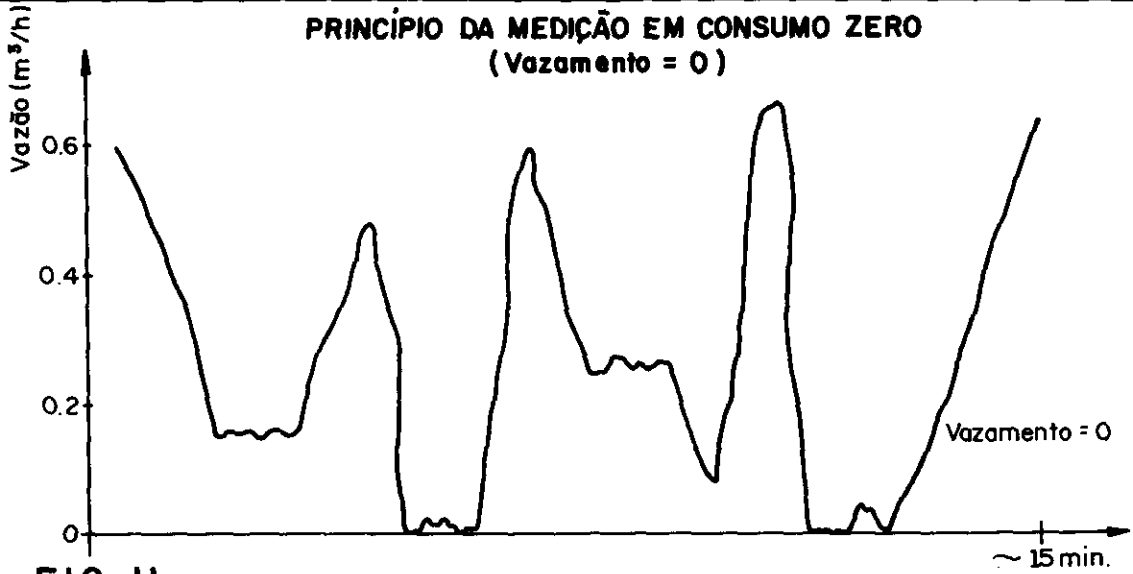


FIG. II

PRINCÍPIO DA MEDIÇÃO EM CONSUMO ZERO
(Existem vazamentos)

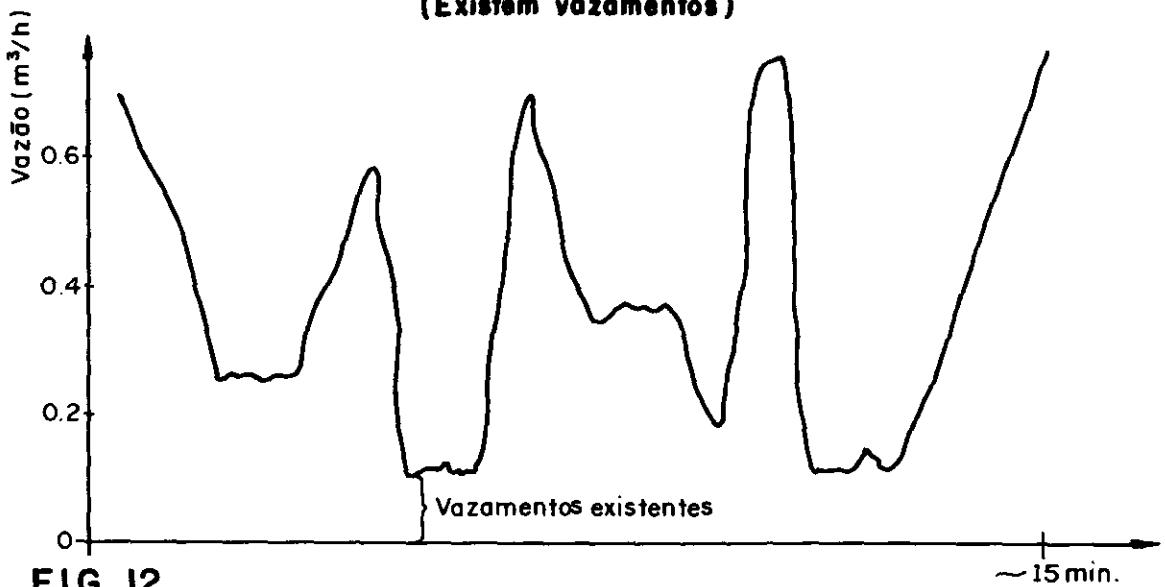


FIG. 12

le de perdas estão subordinadas a características regionais que influem no processo.

É imperioso, porém, uma mentalidade empresarial em saneamento, voltada para os problemas da macromedicação e controle operacional, pré-re-

quisitos para a implantação de um Sistema de Controle de Perdas.

BIBLIOGRAFIA

1. Davies, Delwyn; Holtschutte, Meinrich

- "Relatório Sobre Perdas" (1979).
- 2. Coelho, Adalberto Cavalcanti, "O Controle das Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água" (Maio-1981).
- 3. Carta Periódica del Proyecto de Desarrollo Tecnológico de Las Instituciones de Agua Potable y Alcantarillado (nº 4, nº 5 - 1980).

