
Amplitude recomendável para instalação de medidores em ligações prediais *

(*) Relatório final do trabalho elaborado pela Cetesb, para a Sabesp, em função do Projeto Gerencial 02/ADP/1975, concluído em novembro de 1975.

INTRODUÇÃO

Nos termos do contrato assinado entre a Sabesp e a Cetesb, para a realização de estudo visando a definir a amplitude da aplicação econômica de medidores em ligações prediais, foi prevista a entrega de um segundo relatório, no qual seria feita a análise detalhada do problema e se apresentariam as conclusões finais, com base nos estudos e dados levantados no primeiro trabalho.

Este é o escopo do presente relatório, que foi elaborado de acordo com as diretrizes abaixo indicadas.

No primeiro capítulo (Análise dos dados disponíveis) tabularam-se todos os dados coligidos e analisaram-se os resultados encontrados, juntamente com as informações apresentadas pelos trabalhos publicados e relacionados no anexo do primeiro relatório.

O segundo capítulo (Pesquisa de modelos decisórios) aborda a problemática envolvida na fixação de um modelo decisório geral, para depois aplicar, para o programa das 200 mil novas ligações da Sabesp na região metropolitana de São Paulo, a análise custo-benefício como um dos critérios para modelo de decisão.

Nesse mesmo capítulo são analisadas as principais grandezas características a serem consideradas para a fixação de um modelo matricial, objetivando fornecer à Sabesp condições para estabelecer prioridades na implantação de medição de água, nas cidades do interior do Estado.

No terceiro capítulo (Análise sobre a política de medição) são analisados, em quatro

tópicos distintos, os aspectos sociais da medição de água em uma comunidade, a interdependência entre a política de medição e a política tarifária da empresa, as possíveis vantagens e desvantagens apontadas pelos diversos técnicos sobre o problema da medição e a importância desta medição como fator de informação para uma empresa de abastecimento de água.

O quarto capítulo do relatório (Programas de pesquisas) procurou apresentar as pesquisas julgadas mais importantes para obtenção de dados necessários a decisões que a Sabesp deva tomar para bem conduzir sua política de medição de água.

No quinto capítulo (Considerações finais) são apresentadas algumas conclusões possíveis, com base nos dados disponíveis até o presente, bem como são feitas considerações com referência a uma série de aspectos significativos do problema, que deverão ser objeto de ponderação por parte da alta administração da Sabesp.

Complementando o relatório, foi organizado um volume especial (anexos) que contém cópia de todos os trabalhos e dados informativos que serviram de base para a sua elaboração.

1 — ANÁLISE DE DADOS DISPONÍVEIS

Os dados levantados e os obtidos em publicações consultadas foram ordenados e tabulados de forma a permitir conclusões sobre parâmetros ou tendências de comportamento que pudessem contribuir ao presente estudo sobre medidores.

As condições de contorno que nos levaram às conclusões a seguir expostas, são válidas dentro do universo de dados ou de curvas de tendências configuradas nos anexos.

Os dados pesquisados foram divididos em quatro grupos de análise, a saber:

- a) Porcentagem do volume medido em relação ao grau de instalação de hidrômetros.
- b) Consumo médio das ligações medidas.
- c) Perdas de um sistema em relação ao grau de instalação de hidrômetros.
- d) Redução do volume produzido em função da porcentagem de instalação de medidores.

1.1 — Estrutura do consumo residencial

Com relação ao levantamento de dados com a finalidade de analisarmos o volume maneira, e ordenadamente, a partir dos consumos mais elevados, foram montadas curvas A B C, marcando-se nas ordenadas a porcentagem de um sistema, foram tabulados histogramas de consumo de 23 cidades brasileiras, dispostos em faixas de consumo que variaram de 0 a 1.000 m³, por ligação e por mês. Desta gem do volume medido e nas abscissas a porcentagem de ligações medidas (valores acumulados).

Das cidades analisadas, foram seleciona-

GRÁFICO I

% CONSUMO x % LIGAÇÕES MEDIDAS

VALORES ACUMULADOS

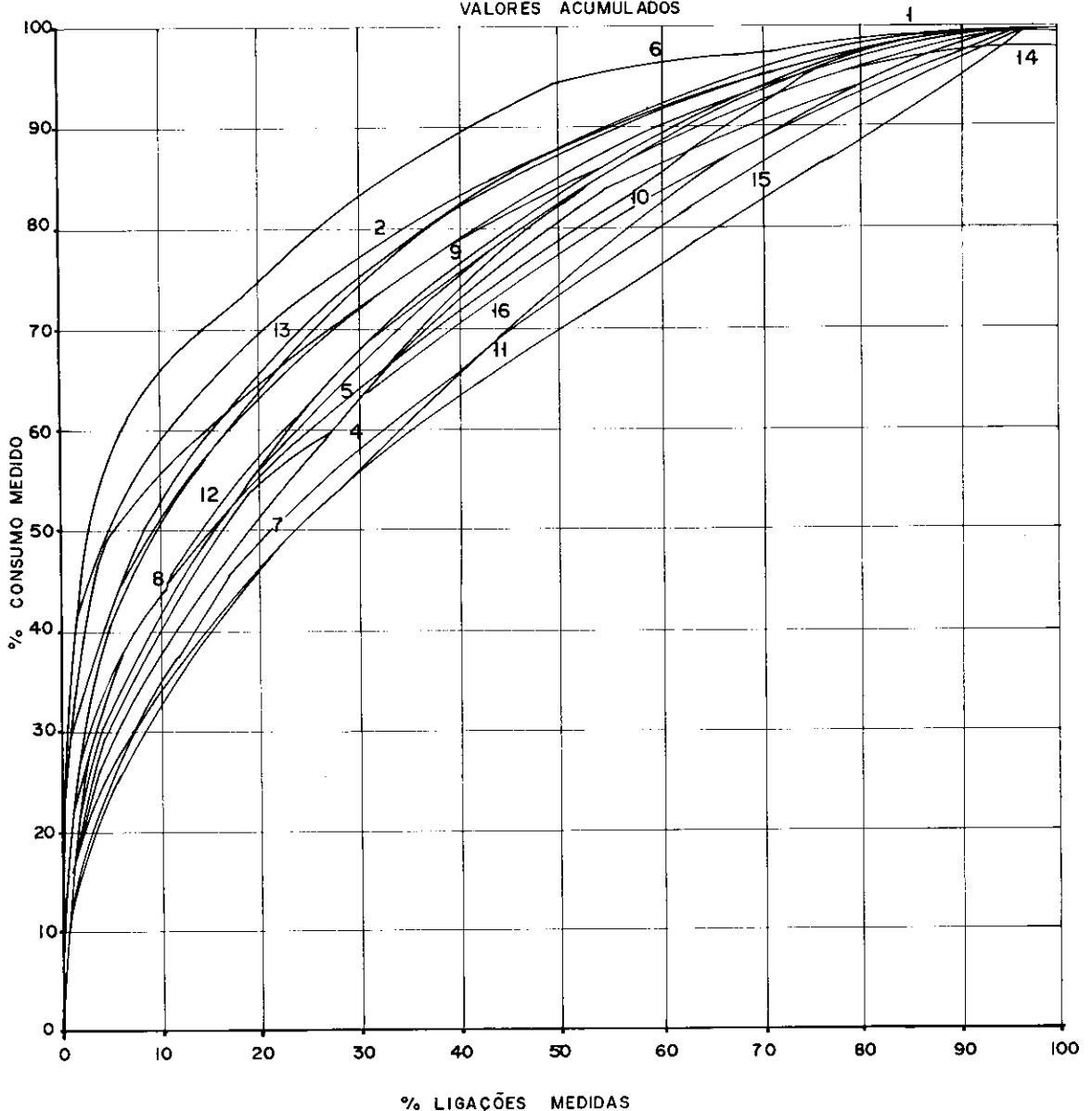
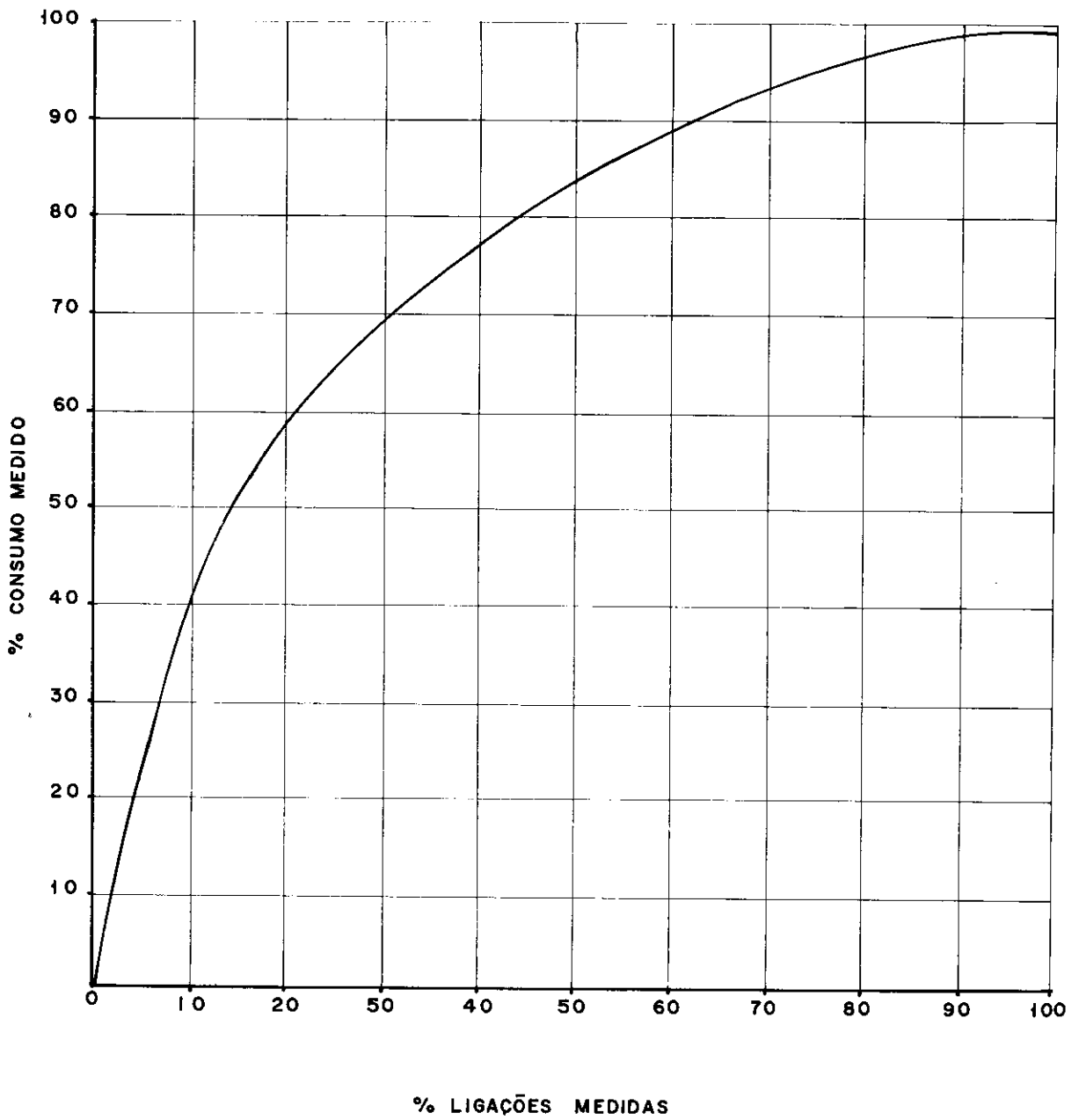


GRÁFICO II

% LIGAÇÕES MEDIDAS x % CONSUMO

CURVA MÉDIA

VALORES ACUMULADOS



das somente dezesseis (catorze no Estado de São Paulo), por terem índice de medição acima de 21%, em vista da constatação de que abaixo desse limite as mesmas apresentavam resultados distorcidos, pelo fato de a instalação preferencial de hidrômetros ser para grandes consumidores.

Outra correção efetuada na elaboração das curvas foi a retirada, na tubulação, dos hidrômetros de grandes consumos. Sua quantidade é desprezível no total das instalações, porém seu volume medido é bastante considerável, o que tornaria deformada qualquer análise.

Após a montagem das curvas apresentadas no Gráfico I, procurou-se determinar os intervalos de variação apresentados, obtendo-se os seguintes resultados:

Tabela I

% ligações medidas	(valores acumulados)			
	Faixas	Média	Máxima	Mínima
0 — 10	44.2	58.5	32.5	
11 — 20	57.7	70.0	46.0	
21 — 30	66.7	77.5	56.0	
31 — 40	74.7	83.0	64.0	
41 — 50	81.1	88.0	70.0	
51 — 60	86.9	92.5	82.0	
61 — 70	90.1	96.0	82.5	
71 — 80	97.7	98.0	88.0	
81 — 90	98.2	99.6	95.5	
91 — 100	99.8	100.0	97.6	

Com os dados da Tabela I, foi traçada a curva média (ponderada) representada pelo gráfico II.

TABELA II

Município	População	Número de ligações	População atendida	% de ligações medidas	Consumo médio p/ligação
Nome	Habitantes	N.º	%	%	m ³
São Paulo	5.921.796	728.145	66	100	26
Guarulhos	237.900	24.160	40	100	20
Osasco	283.203	28.194	42	100	22 (*)
Cotia	30.957	1.970	32	98,93	20
Carapicuíba	54.907	4.612	58	100	16
Taboão da Serra	40.959	4.654	45	23,31	22
Mauá	102.188	6.079	21	79,48	5
Diadema	68.552	965	6	86,53	20
Limeira	91.117	18.072	93	86,58	20
Mogi-Guaçu	42.710	7.526	81	79,10	23
Valinhos	20.839	4.962	68	94,55	34
Pinhal	27.299	4.148	90	96,62	23
Jundiaí	169.096	31.836	74	82,55	23
Piracicaba	152.626	26.852	86	99,05	8
Sorocaba	175.677	37.900	96	92,99	20 (*)
Taubaté	110.706	12.193	52	28,92	27 (*)
Marília	98.176	15.292	91	83,71	24
São Leopoldo	64.433	13.108	80	81,08	23
Caxias do Sul	144.871	22.920	90	99,74	14
Culabá	100.865	13.835	68	11,94	32 (*)
Vitória	133.117	19.307	85	6,00	39 (*)
Vila Velha	123.742	21.473	87	3,16	15 (*)
Cariacica	101.422	10.728	65	7,05	7 (*)

Média 21 m³/lig./mês

(*) Não considerados por inconsistências de dados

Pelo exame dessa curva verifica-se que 70% das ligações providas com hidrômetros são responsáveis por cerca de 90% do volume medido.

1.2 — Consumo médio das ligações medidas

Com relação à análise dos consumos, os histogramas tabulados demonstram um consumo médio de 21 m³ por mês, por ligação, para os usuários medidos, sempre excluídos da análise os grandes usuários, pelas distorções que provocam.

Na faixa de grandes usuários, em geral, foram colocados consumos acima de 2 mil m³/mês.

Para efeito do consumo "per capita" das ligações medidas, foi encontrada a média de 4,76 habitantes por ligação, o que corresponde a um consumo médio "per capita"/dia de 147 litros. Esse resultado, porém, deve ser usado com a devida cautela, tendo em vista a acentuada variação do número de habitantes por ramal abastecido, entre as cidades levantadas. Para exemplificar, em Judiaí, Osasco e Pinhal foi constatado um consumo médio mensal de 23 m³ por ligação medida, para porcentagens de medição variando de 80% a 100%, enquanto o número de habitantes por ligação variou de 3,9, 4,2 e 5,9, respectivamente.

Com relação ao consumo médio por ligação, de um sistema não medido totalmente, analisamos, em particular, o caso de Indaiatuba. Esta cidade foi escolhida pelo fato de possuir macromedição que nos pode fornecer dados bastante confiáveis; este, apesar de ser um sistema relativamente novo, é muito bem operado.

Pela análise de janeiro a setembro de 1975 constatamos um consumo médio mensal de 50 m³, por ligação, e, se considerarmos uma fuga do sistema de 20%, ou seja, de 10 m³ por ligação, teremos um consumo médio mensal de 40 m³ por ligação. Esse dado é consideravelmente elevado se o confrontarmos com os dados obtidos em sistemas medidos.

Os dados que serviram de base para a determinação dos consumos médios mensais, para as duas situações indicadas, acham-se reunidos nas tabelas II e III, a seguir apresentadas.

1.3 — Perdas de um sistema em relação ao grau de instalação de hidrômetros

Quanto à porcentagem de medição e à sua correlação com as perdas do sistema, observou-se grande dificuldade na obtenção de dados junto aos serviços de água ou mesmo através de estudos compulsados.

Das informações levantadas, as únicas que puderam traduzir dados que nos ofereceram

Tabela III

Sistema não medido — Indaiatuba

Meses/75	Volume produzido m ³	N.º de ligações
Janeiro	283.615	6.371
Fevereiro	277.510	6.371
Março	358.175	6.371
Abril	342.705	6.394
Maio	355.680	6.394
Junho	347.850	6.394
Julho	314.580	6.460
Agosto	335.730	6.460
Setembro	290.610	6.460
Média	322.939	6.408

Consumo médio por ligação — 50 m³/mês.

condições de análise foram as de Guarulhos, as de Osasco e as fornecidas pela equipe da Comag, em Minas Gerais.

Dos dados obtidos na cidade de Guarulhos, e que foram objeto de comentários em nosso primeiro relatório, extraíram-se os representativos de um ano em que houve satisfatório controle de perdas (o de 1974). Eles estão relacionados na Tabela VI deste trabalho. Sua análise indica que a perda média é de aproximadamente 20% do volume produzido.

O mesmo procedimento foi seguido com os dados referentes a Osasco e que estão reunidos na Tabela V, adiante reproduzida, cuja perda média é de cerca de 22% do volume total produzido.

Com relação às 26 cidades operadas pela Fundação SESP, em Minas Gerais, o Gráfico III, elaborado com os dados da pesquisa efetuada pelas equipes da Comag, indica que a perda média verificada se situa próxima a 18% do volume produzido, quando atingidos os 100% de instalações com medidores.

Assim, verifica-se que em tais serviços de abastecimento, nos quais o grau de medição atinge quase 100%, a perda média do sistema se apresenta sempre com um valor próximo a 20% do volume total produzido.

Dados recém-obtidos em Caxias do Sul (RS) e São Leopoldo (RS), que dispõem de sistemas reconhecidamente bem operados, mostram que as perdas em tais cidades, registradas em setembro de 1975, foram, respectivamente, de 23,2% e 18,7% dos volumes produzidos.

Vê-se, pois, que o índice de perda de 20% do volume produzido é uma constante em cidades que possuem alto grau de medição e satisfatório controle de perdas na rede de distribuição.

GRÁFICO III
SISTEMAS DA FSESP
(26 SISTEMAS)

GRÁFICO DA RELAÇÃO PERDAS / HIDROMETRAÇÃO

(DADOS OBSERVADOS EM 1976)

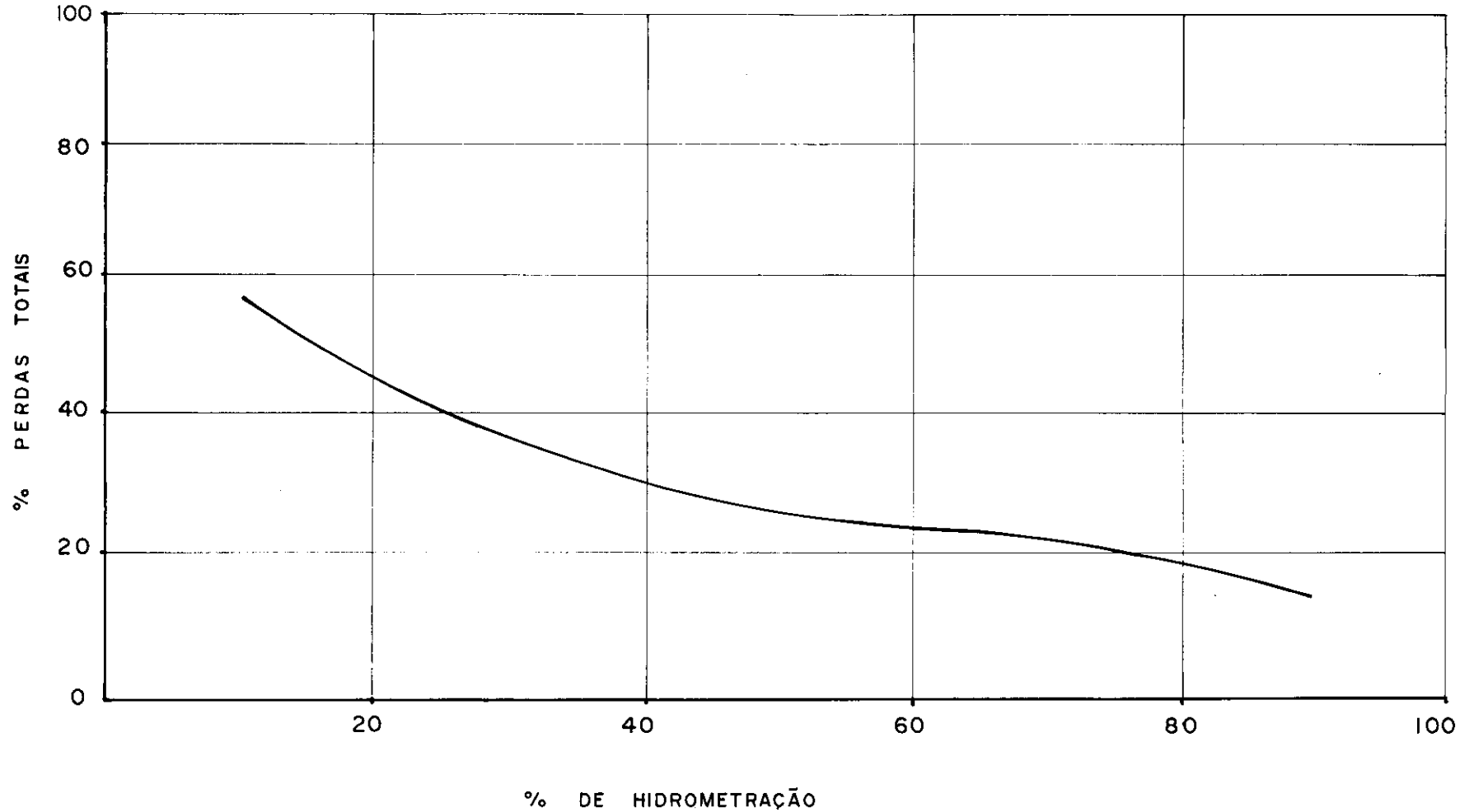


TABELA V

Distribuição de água de Osasco no ano de 1974

Mês	N.º de ligações	Volume recebido m ³	Volume distribuído m ³	Perdas %
Janeiro	19.332	822.363	578.143	29,6
Fevereiro	19.628	851.416	685.762	24,15
Março	19.937	950.862	711.143	25,2
Abril	20.204	943.292	708.042	24,9
Maior	20.447	924.652	707.064	23,5
Junho	20.787	882.331	715.843	18,86
Julho	21.879	938.485	757.579	19,3
Agosto	22.957	937.682	734.810	21,6
Setembro	24.103	908.598	715.725	21,23
Outubro	25.140	952.007	750.267	21,00
Novembro	25.902	937.468	758.798	19,00
Dezembro	26.410	953.504	—	—
Média	2.227	916.888	722.482	22,15

TABELA VI

Perdas no sistema de Guarulhos em 1974
(volumes em m³/mês)

Meses	N.º de ligações	Vol. distr.	Vol. distr.	Vol. distr.	Vol. distr.	Vol. distr.	Vol. receb.	Vol. poços	Vol. aduzido	Dif. entre Vol.	De perdas
		Usuários	Alto cons.	Carro-tanq.	Turn. públ.	Total	Sabesp	Artesianos	Total	Ad. e distr.	
01/74	17.583	425.755	79.468	15.442	3.204	523.869	519.810	53.986	573.793	49.929	8,71%
02/74	17.870	353.305	81.411	17.655	3.204	455.575	461.329	45.387	506.636	51.061	10,00%
03/74	18.091	342.120	81.404	17.580	3.204	444.308	529.651	46.631	576.282	131.794	22,90%
04/74	18.104	378.488	81.598	18.791	3.204	482.082	521.713	43.205	564.918	82.836	14,66%
05/74	18.571	349.328	95.820	19.055	3.204	467.407	558.029	49.206	607.237	139.830	23,03%
06/74	18.727	380.417	97.676	16.284	3.204	497.581	536.133	49.054	585.187	87.606	14,97%
07/74	18.979	360.669	81.041	16.110	3.404	461.224	559.599	52.655	612.254	151.030	24,67%
08/74	19.336	323.193	78.792	26.323	3.404	431.712	538.813	52.399	591.212	162.826	26,98%
09/74	19.745	382.429	93.912	22.665	4.004	503.010	531.157	50.287	581.444	78.434	13,49%
10/74	19.997	398.742	90.518	24.568	4.004	517.832	589.288	53.782	643.070	125.238	19,47%
11/74	20.199	354.041	98.185	23.161	4.004	479.391	640.227	52.962	693.189	213.798	30,84%
12/74	20.401	398.520	105.965	27.296	4.204	535.985	694.259	52.113	746.352	210.367	28,18%
Média	18.982					484,00			605.000	121.000	19,82%

1.4 — Redução do volume produzido em função da porcentagem de instalação de medidores

Com relação à análise da redução do volume de água produzido em função do grau de hidrômetros instalados, os trabalhos levantados a respeito são na maioria do exterior, mais particularmente dos Estados Unidos e do Uruguai, cujas pesquisas são as mais significativas.

No Brasil, a pesquisa que merece mais confiança é a elaborada em 1974 pela Comag, em Minas Gerais, alicerçada em dados fornecidos pela Fundação SESP sobre 26 cidades daquele Estado.

Procurou-se, em análise inicial, unificar os dados em uma única curva, trabalho esse impossível de realizar, pelas distintas características dos dados consultados.

Em vista de tal fato, buscou-se traçar curvas de tendências, por grupos de cidades, de forma a proporcionar certa uniformidade aos gráficos apresentados.

Como as reduções de consumo não se apresentam sempre dentro dos mesmos intervalos de porcentagem de medição e nem sempre é atingido o limite de 100% do sistema distribuidor, tentou-se determinar as reduções relativas, dividindo-se a porcentagem de redução observada pelo intervalo da porcentagem de instalação de hidrômetros verificada.

Exemplificando, na Cidade de São Paulo obteve-se redução de 9% no consumo, passando-se de 84% a 100% de medidores, isto é, uma redução de 9% para um acréscimo de 16% de medidores. Isto equivale a dizer que, se tivéssemos 0% de medidores e passássemos a 100%, chegaríamos a uma redução global de 56% do consumo.

Uma vez homogêneas as porcentagens de redução na escala de 0 a 100, procurou-se obter a média aritmética dos dados levantados e conseguiu-se, para o valor final, uma redução de 47% (Tabela VII).

Esses resultados, evidentemente, não foram obtidos tão-somente pela instalação pura e simples de medidores, mas com o concurso de outros fatores considerados indispensáveis e indissociáveis para tal intento, como por exemplo:

1) Política tarifária adequada.

2) Manutenção preventiva e corretiva dos hidrômetros.

3) Programa de controle das fugas da rede.

Os dados sintetizados e referentes às localidades de pesquisa, apresentados na Tabela VII, foram obtidos após minuciosa análise de trabalhos e gráficos mencionados no primeiro relatório e seu anexo, a saber:

a) Detroit, Los Angeles, Dallas, Akron, Louisville, San Francisco e San Antonio, extraídos da Tabela III, do Relatório n.º 1.

b) Boulder, Lima, Cali, Bogotá, San Isidro e Philadelphia, extraídos do trabalho "Determinación de la política optima para la instalación de medidores del agua" (1974), de Carl R. Bar-tone.

c) Uruguai (28 cidades), extraídos do trabalho de Pablo Sckolnik "La reducción del consumo de água potable producida por la instalación de medidores".

d) Uruguai (22 cidades), extraídos do trabalho de Walter Castagnino "Relação entre o consumo em l/hab./dia e a porcentagem de medidores instalados".

e) São Paulo, extraídos do gráfico A-12, dos anexos do Relatório n.º 1.

f) Minas Gerais (26 cidades) e Belo Horizonte, extraídos do relatório "Programa experimental de hidrometração", elaborado pela equipe da Comag, em 1974.

g) EUA (39 regiões), extraídos de "Medição e determinação de preços de água", de Ataulpho S. Coutinho (1974), que se baseou em dados obtidos pelo "Water Sewage Works", 1968.

h) João Pessoa, extraídos do gráfico A-11, dos anexos do Relatório n.º 1.

i) Bucaramanga, extraídos do gráfico A-13, dos anexos do Relatório n.º 1.

2 — PESQUISA DE MODELOS DECISÓRIOS

Pesquisa dessa natureza envolve, preliminarmente, uma análise sobre os critérios a serem considerados para o seu estabelecimento.

Vários estudos têm sido efetuados, procurando fixar modelos que permitam aos administradores tomar decisões sobre uma política de medição a ser implantada.

Critério social, critério do volume de faturamento, critério sobre os investimentos em ampliações, critérios tarifários, e outros, têm sido utilizados para a montagem de tais modelos.

2.1 — Modelos quantitativos

O desenvolvimento de um modelo quantitativo, que ensejasse a obtenção de resultados numéricos (por exemplo, a porcentagem ótima de medição) pode ser feito a partir de uma série de considerações iniciais.

Em primeiro lugar, o estabelecimento de um modelo para a determinação da "porcentagem ótima de medição", aplicável a qualquer caso e sob quaisquer condições, afigura-se, pelo menos em princípio, um empreendimento impossível.

TABELA VII

Quadro de redução do volume produzido

% Hidromets.		Consumo em litros "per capita"/dia		% Redução	% R % M	Período da pesquisa	Local da Pesquisa
Inicial	Final	Inicial	Final				
10	100	666	492	26	. 29	1910/36	Detroit-Michigan
19	99	662	450	32	. 40	1905/25	Los Angeles-Califórnia
12,1	100	434	388	10	. 12	1900/32	Cincinnati-Ohio
0	100	473	321	32	. 32	1900/30	Dallas-Texas
45	100	444	307	30	. 54	1900/30	Akron-Ohio
13,3	48	530	443	16	. 46	1920/32	Louisville-Ken
24	100	323	281	13	. 17	1910/32	S. Francisco-Califórnia
42	100	477	328	31	. 53	1920/32	San Antonio-Texas
5	100			40	. 42	1960/65	Baulder-EUA
44	100	608(1)	424	30	. 54	1935/44	Lima-Peru
0	80,5			44	. 55	1947	Cali-Colômbia
7,4	68	573(1)	266	54	. 89	1930/42	Bogotá-Colômbia
0—	80			50,5	. 63	1973	San Isido-Costa Rica
(30)	(90)	262	138	46	. 77	1966	Uruguai (22 cidades)
(- -)	(100)			36	. 36	1956/58	Uruguai (28 cidades)
73	100			11,5	. 43		Philadelphia-EUA
84	100	384(2)	350	9	. 56	1955/70	São Paulo
0	100	294	190	35	. 35	1973	Minas Gerais (26 cida- des)
0	100	295	169	42,6	. 43	1973/74	Belo Horizonte (MG)
(0 - 50)	100	658	495	(25-50)	. 37	1963/65	EUA — 39 regiões
3,12	68,62	415	375,5	14	. 21	1966/70	João Pessoa (PB)
62	93	492,5	347,5	30	. 97	1956/71	Bucaramanga
Média					. 47		

(1) Consumo "per capita" adotado — 6 pessoas por ligação

(2) Consumo "per capita" adotado — 5 pessoas por ligação

% R — Porcentagem de redução de volume produzido

% M — Porcentagem de ligações medidas

Esta conclusão pode ser melhor compreendida, se for observado que, em função de certos pressupostos básicos, se pode chegar a resultados mutuamente exclusivos.

Assim, por exemplo, se fosse estabelecido que o critério básico seria minimizar os custos de medição, sem reduzir o faturamento, a porcentagem ótima se tornaria 0% e de cada ligação poderia ser cobrado um valor médio histórico anual, a preços atuais.

Por outro lado, se partirmos do princípio de que, por questões de justiça social, somente deva ser cobrada a quantidade de água realmente consumida, teremos, em quaisquer condições, um valor de 100% para a porcentagem ótima.

Se quisermos, ainda, que a política básica de medição seja cobrar as ligações de baixo

consumo por estimativa e as de consumo médio e alto em função da quantidade realmente consumida, a porcentagem ótima de medição seria obtida imediatamente, a partir das curvas já levantadas, e estaria em torno de 70% de medição.

Ainda, se o objetivo da empresa for a minimização das perdas do sistema (fugas e desperdícios), tendo em vista a carência de mananciais disponíveis, as conclusões levarão a uma medição de 100%. Entretanto, se houver abundância, 0% talvez seja o indicado (como é o caso de Buenos Aires, por exemplo, dada a proximidade do rio da Prata; seu consumo "per capita", entretanto, já é superior a 700 litros por habitante/dia).

Da mesma forma, se a redução das perdas visar ao adiamento dos investimentos na am-

pliação dos sistemas de produção de água, chegar-se-á, também, a valores próximos de 100%.

Vemos, desse modo, que todos os modelos, tanto os triviais, como os acima, quanto os mais elaborados partem sempre de um pressuposto básico, isto é, os objetivos a serem atingidos.

E tais objetivos só podem ser definidos pela alta administração da empresa envolvida.

Matematicamente, essa política pode, em muitos casos, ser expressa por meio de dois conjuntos de relação:

a) Uma função objetivo, isto é, a quantidade a ser maximizada ou minimizada. Como exemplos, já citamos o custo da medição, o pagamento da água não consumida e uma combinação dos dois anteriores.

b) As condições de contorno ou restrições (manter o faturamento, por exemplo).

A partir desses elementos, é normalmente possível chegar a um valor ótimo que, no caso, seria a porcentagem de medição.

2.2 — Exemplo de um modelo econômico

Esta análise foi baseada num modelo de benefício-custo. Isto equivale a maximizar a utilização dos recursos econômicos da empresa.

Os benefícios serão calculados em função da economia de inversões e custos operacionais decorrentes da necessidade de ampliações do sistema para compensar as perdas de água.

Os custos serão os resultantes de aquisição, instalação e manutenção de medidores, bem como leitura e faturamento.

Os investimentos em medidores justificam-se se os benefícios excederem os custos. Justificando-se a instalação de hidrômetros, a política ótima se obtém com a maximização dos benefícios.

Apliquemos essa análise para o problema que tem a Sabesp com referência às 200 mil ligações novas a serem implantadas na rede na área da cidade de São Paulo.

2.2.1 — Dados disponíveis

Os dados utilizados para o estudo em questão foram obtidos de relatórios e informações processadas da própria Sabesp, os quais constam dos anexos deste relatório.

a) No memorando Sabesp 60/75, de 4 de setembro de 1975, dispõem-se os custos unitários em cruzeiros de junho de 1975 (Anexo 2-9):

custo de leitura Cr\$ 1,04/med./leit.
 custo de faturamento
 e cobrança Cr\$ 5,55/med./bimes.
 custo médio mensal
 de manutenção Cr\$ 0,34/med./mens.

custo de instalação
 de medidor em liga-
 ções novas Cr\$ 2,50/med.
 custo de instalação
 de medidor em liga-
 ções existentes Cr\$ 22,31/med.

b) Do relatório "Ligações domiciliares nos municípios de São Paulo e Diadema" (ver Quadro IV do Anexo 2-8) se obtém o seguinte dado de custo unitário (em cruzeiros de junho de 1975):

custo de compra de medidor de 3 m³/h:
 Cr\$ 180,00/med.

c) No "Relatório das atividades da Superintendência de Vendas", Sabesp, julho de 1975 (ver Modelo 03), fixam-se os seguintes dados (custos em cruzeiros de junho de 1975):

volume médio consumido por ligação de 3 m³/h: Cr\$ 48,34 m³/lig./bimes.

preço médio por m³ para ligação de 3 m³/h:
 Cr\$ 1,17/m³

2.2.2 — Exemplo da análise

Como não se dispõe de reais valores sobre o impacto decorrente da medição na região, serão analisados os possíveis valores revelados pelas tendências, levantadas neste trabalho, para justificar adoção da medida sob o ponto de vista econômico.

2.2.3 — Cálculo de custos

a) Custo operacional do sistema de medição:

leitura	1,04 × 6 = 6,24
faturamento	5,55 × 6 = 33,30
manutenção (*)	0,34 × 12 = 4,08

Total: Cr\$ 43,62/med./ano

b) Custo de compra e instalação:

compra	180,00
instalação	2,50
Total:	182,50/med.

amortização (**) (supondo um período total de amortização de vinte anos, com dois anos de carência e uma taxa efetiva de juros de 7,23% ao ano).

$$(182,50) (1,0723)^2 \cdot \frac{0,0723 (1,0723)^{18}}{(1,0723)^{18} - 1} = \text{Cr\$ } 21,20/\text{med/ano}$$

(*) Na manutenção está incluída a reposição periódica das partes móveis (em média, uma vez cada onze anos, segundo a Sabesp).

(**) Admitiu-se a vida útil do medidor igual ao prazo de empréstimo (vinte anos), embora ela seja superior a trinta anos, conforme dados da Sabesp (suposta a substituição das partes móveis realizada, em média, cada onze anos, incluída já no custo da manutenção).

c) Custo anual total por medidor:
 $43,62 + 21,20 = \text{Cr\$ } 64,82/\text{med. ano}$

2.2.4 — Cálculo de benefícios

Para calcular os benefícios, usou-se o valor da água adicional que se terá de suprir caso não sejam instalados medidores no sistema.

Teoricamente, o valor desta água adicional seria o custo de acrescentar, ao sistema da Sabesp, custos referentes a investimentos de novas obras e correspondente custo de operação e manutenção.

Admitiu-se, apenas, que o custo marginal de produção desta água seja aproximadamente igual à tarifa média paga pelos consumidores domésticos (tarifas de junho de 1975).

Como a tarifa cobrada em junho de 1975 paga apenas os custos de administração e operação, ela foi tomada como valor para este cálculo.

A tarifa média é de Cr\$ 1,17 por metro cúbico.

Para calcular o volume adicional de água que se deverá suprir pelo fato de não medir, é necessário especificar a porcentagem de economia de água devida à medição e aplicá-la ao consumo médio atual. O consumo médio atual é:

$$48,35 \text{ m}^3/\text{lig.}/\text{bimestre} \times 6 = 290,1 \text{ m}^3/\text{lig.}/\text{ano}$$

Como a análise da literatura consultada mostrou claramente que, em média, se pode esperar uma redução do consumo da ordem de 46%, foram considerados os valores de 40%, 30%, 25%, 20%, 15% e 10% para os cálculos. O Quadro VIII mostra os cálculos dos benefícios correspondentes a cada uma dessas porcentagens de redução de consumo:

QUADRO VIII
Cálculo de benefício — custo

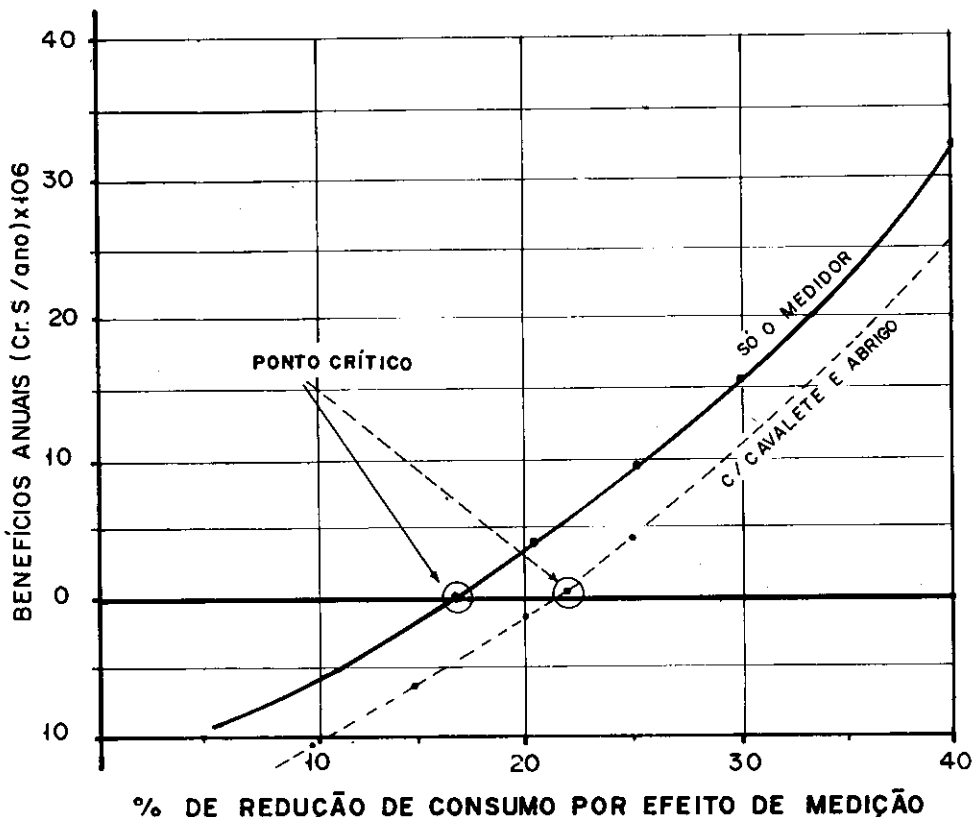
1	2	3	4	5
40	193,39	38,68	45,25	32,29
30	124,32	24,86	29,09	16,13
25	96,70	19,34	22,63	9,67
20	72,52	14,50	16,97	4,01
15	51,19	10,23	11,98	-0,98
10	32,23	6,45	7,54	-5,42

Coluna 1 — Redução de consumo estimado devido a 100% de medição no sistema em porcentagem.

Coluna 2 — Consumo adicional necessário a repor a água não economizada ($290,1 \div \text{valor da coluna 1} - 290,1$) em $\text{m}^3/\text{lig.}/\text{ano}$.

Coluna 3 — Volume adicional = 200 mil ligações \times coluna 2, em $\text{m}^3/\text{ano} \times 10^6$

Coluna 4 — Benefício = Cr\$ 1,17 \times coluna 3, em Cr\$/ano $\times 10^4$



Coluna 5 — Benefício líquido = Coluna 4 — Custo de medidores por ano \times 200.000 lig., em Cr\$/ano \times 10⁶

2.2.5 — Análise dos resultados

Tomando os valores encontrados na coluna dos benefícios líquidos do quadro anterior, pode-se encontrar a solução para o exemplo em apreço, através do Gráfico IV.

Este gráfico mostra que seria econômico instalar medidores nas 200 mil novas ligações, desde que houvesse uma economia igual ou superior a 16% no consumo de água.

Se aos custos de instalação de hidrômetro forem acrescidos os de abrigo e cavalete, o custo final da instalação passará a Cr\$ 45,33. Nesse caso, o limite econômico, assinalado no gráfico acima, se deslocaria de 16% para próximo de 21%.

É importante, no entanto, observar que a redução média decorrente da medição de 100% é de 47% (conforme Tabela VII), e que para a cidade de São Paulo essa redução foi estimada em 56%.

Finalmente, cumpre assinalar que, nos cálculos de custos feitos no item 2.2.3, as simplificações nele introduzidas foram efetuadas sempre a favor da segurança.

2.2.6 — As seguintes considerações devem ser feitas para o exemplo analisado:

a) Não obstante ter sido utilizado um exemplo simples e estático, os conceitos empregados na análise são válidos para situações bem mais complexas. Este mesmo método, por exemplo, pode ser aplicado de forma dinâmica para um período de tempo maior, tomando em consideração o crescimento do sistema, as limitações de recursos financeiros, as deseconomias de escala, entre outros fatores. Ele pode também ser aplicado para fazer uma análise marginal ou incremental de grupos de consumos menores, para determinar a porcentagem ótima de medição.

b) Pode-se aplicar este método de análise para qualquer cidade, para determinar não só se a medição deve ser de 100% como também qual o percentual ótimo a ser adotado.

Não é possível extensão dos resultados para várias cidades, mas sim generalizar este método de cálculo para cada cidade.

c) O exemplo foi elaborado utilizando apenas o custo de produção da água adicional necessária. Ele poderia ser mais elaborado empregando, também, os custos marginais (ou incrementais) para a expansão do sistema.

d) A análise de custos foi efetuada para medidores de 3 m³/h. Ela poderia também ser

feita para hidrômetros de menor capacidade, desde que se obtenham dados confiáveis sobre esta classe de medidores.

e) O parâmetro mais importante em um estudo desta natureza é o impacto causado pela medição sobre os consumos.

Este deve ser um parâmetro a ser pesquisado para cada cidade a ser administrada pela Sabesp.

2.3 — Modelo para fixação de prioridades

2.3.1 — Considerações gerais

A implantação simultânea de medidores em todas as cidades do Estado, com o objetivo de atingir a totalidade das ligações no mais curto espaço de tempo, exigiria providências operacionais de grande envergadura, além de investimentos nem sempre compatíveis, considerados os programas de obras da empresa e a fase em que se encontra, de absorção de novos sistemas do interior do Estado.

Além disso, a análise da distribuição de freqüências das ligações, em função dos seus consumos de água, tem mostrado que, em todas as cidades, o número de "pequenos consumidores" varia entre limites geralmente elevados.

Sob o regime de controle e fiscalização, propiciado pela instalação de hidrômetros domiciliares, os dados disponíveis mostram que a grande maioria dos usuários consome pequena parcela do volume total distribuído.

Entretanto, retirados os hidrômetros das ligações de baixa capacidade instalada (e que têm os seus gastos coerentes com sua posição sócio-econômica), verifica-se logo modificado a situação. Embora mantidos os mesmos pontos de utilização e demais condições sociais que explicam o pequeno uso da água, o consumo em cada ligação crescerá na proporção dos vazamentos e desperdícios tolerados e permitidos pela ausência do controle através de medidores.

Conquanto esses desperdícios representem valores insignificantes, se considerados isoladamente, o grande número de pequenos consumidores faz com que o somatório das reduzidas parcelas individuais represente vazões ponderáveis, o que tem causado desequilíbrio operacional dos sistemas insuficientemente medidos.

Por vezes, dada a superficialidade da análise de um histograma de consumos, os administradores têm sido levados à conclusão precipitada da suficiência de pequenos percentuais de medição. Escoram-se no argumento parcial da concentração de arrecadação proveniente dos grandes consumidores. Na verdade, os dados disponíveis têm revelado que

pequena parte dos usuários é responsável por grande parcela do volume consumido.

Sob o peso de uma argumentação que se limite à análise restrita do jogo contábil, esse fato adquire as características de uma verdade incontestável. Entretanto, sucedem-se exemplos mostrando os prejuízos que ocorrem nos sistemas que se preocuparam, exclusivamente, em manter (ou mesmo incrementar) o nível de arrecadação, abandonando, por desprezíveis individualmente, os cuidados com os consumos e desperdícios dos pequenos usuários.

Os sistemas de distribuição de energia elétrica são afetados por problemas análogos. Basta que se analise a distribuição das frequências de seus consumidores, em função das demandas, para se concluir pela semelhança de comportamento com os usuários de água, não obstante sejam menores as oportunidades de desperdícios e "vazamentos" em suas instalações elétricas internas, pelas próprias características do produto oferecido. No entanto, a diretriz geral de operação dos sistemas de distribuição de energia elétrica estabelece taxativamente a adoção de aparelhos de medição para todos os seus usuários (artigo 128 e parágrafo único do Decreto Federal n.º 41.019, de 26-2-57).

Considerados, no entanto, os aspectos iniciais apontados, ou seja, os investimentos a cargo da Sabesp e sua atual fase de expansão, pela absorção de novos serviços de abastecimento, seria talvez desejável a pesquisa de um modelo decisório que lhe permitisse a fixação de prioridades para a implantação de serviços de hidrometria no interior do Estado.

Para tal fim, poder-se-ia imaginar um modelo matricial em que fossem estabelecidos parâmetros que caracterizassem condições relacionadas à necessidade de redução de consumos de água que, convenientemente ponderados, permitissem a obtenção de índices indicativos de maior ou menor urgência na implantação de serviços medidos.

Tais parâmetros, ou grandezas características, uma vez escolhidos, deverão ser quantificados numericamente, podendo-se representá-los quer através de percentuais do total dos sistemas em análise, quer mediante seu enquadramento em faixas, estabelecidas por limites previamente arbitrados, atribuindo-lhes "pesos" convenientes.

2.3.2 — Grandezas características

Dentre os elementos capazes de serem utilizados como "grandezas características" na montagem do modelo matricial, procurou-se relacionar aqueles que, além de guardarem significativa dependência com o problema do con-

sumo de água da comunidade, pudessem ser quantificados de maneira simples e segura, através de dados existentes ou de rápida obtenção. Assim, poderia a Sabesp dispor, a curto prazo, de um sistema capaz de lhe fornecer subsídios para decidir sobre prioridades na implantação de serviços medidos.

Serão analisadas, a seguir, algumas grandezas características que poderão ser consideradas na montagem da matriz de decisão.

a) Afastamento e exigüidade dos recursos hídricos — A distância de uma nova captação para a ampliação do sistema estará intimamente ligada à necessidade de medição dos consumos.

Se o manancial estiver próximo da cidade, mesmo que já utilizado parcialmente para o seu abastecimento, serão menores as necessidades de controle dos consumos urbanos, já que as obras de ampliação não redundarão em elevados custos com transporte através de extensas adutoras.

A vazão disponível em qualquer manancial, e que dele poderá ser retirada para o abastecimento da cidade, depende não só de condições hidrológicas da região e de possíveis obras de regularização a montante de tomada, como também de outros usos que se façam ou se venham a fazer, da água de jusante.

Ainda são raras as decisões sobre o reuso direto e controlado dos recursos hídricos da própria cidade, mesmo com as atuais possibilidades oferecidas pelas novas técnicas de tratamento de esgotos e de água. Embora a recirculação anulasse o fator distância, os custos atuais de tratamento dos esgotos, mesmo com as avançadas tecnologias disponíveis, ainda deixam pequena margem de confiabilidade absoluta aos responsáveis pelas decisões finais.

Nessas condições, resta a alternativa de captações cada vez mais afastadas para o atendimento das necessidades urbanas, também crescentes. Enquanto as cidades estavam relativamente afastadas entre si, e eram pequenas, as administrações dos serviços puderam dar-se o luxo dessa solução cômoda, embora nem sempre econômica.

Entretanto, as importações sucessivas de volumes consideráveis de água, determinadas pelo crescimento das respectivas populações, começam a criar condições nefastas de interferência nos recursos hídricos destinados a cidades (ou até mesmo regiões) diferentes, porém com as mesmas possibilidades e necessidades de expansão.

Pelas considerações expostas, quanto mais distantes e em menores quantidades os recur-

solos hídricos disponíveis para as ampliações, maior a necessidade de controle dos consumos de água da cidade.

Nessa mesma grandeza característica deverão ficar associados, simultaneamente, os parâmetros **distância** e **quantidade**, que se correlacionam intimamente nessa análise da questão.

A sua quantificação numérica deverá ser feita através de um índice que seja diretamente proporcional à distância e inversamente proporcional à vazão disponível.

b) Tratamento de água — Os mananciais disponíveis para as captações dos sistemas deverão ser considerados em função, também, da qualidade de suas águas. A existência de um recurso hídrico de grande porte, nas proximidades da cidade, poderá ser prejudicada pelo grau da poluição provocada pelos despejos urbanos e industriais, eventualmente da própria cidade. Outras vezes, a água apresenta qualidade insatisfatória para o consumo humano, nas condições naturais de ocorrência. Seriam as águas mineralizadas dos poços profundos de alguns aquíferos subterrâneos ou aquelas represadas em condições adversas. Futuramente, ao se lançar mão dos efluentes de estações de tratamento de esgotos ou das águas do mar para reforço dos mananciais da cidade, os efeitos desses fatos novos poderão ser incluídos nessa mesma análise.

De qualquer maneira, o grau de tratamento necessário está associado à qualidade da água disponível.

O grau de tratamento adotado poderá ser representado por um peso proporcional à complexidade de operação das unidades implantadas, tais como:

simples desinfecção.

Filtros lentos.

Tratamento convencional (coagulação química, decantação, filtração e desinfecção).

Tratamento especial (remoção de dureza, tratamento com carvão ativado, etc.).

Reutilização.

Dessalinização da água.

c) Altura de recalque — Associando-se a altura de recalque com a vazão aduzida, ficará caracterizado um indicador proporcional à potência necessária para a elevação da água. Dividindo-o pela população realmente abastecida (ou com possibilidade de o ser), a grandeza característica resultante será proporcional à potência consumida, "per capita".

Se duas cidades do mesmo porte tiverem captações com alturas de recalque diferentes, aquela que precisar de maior potência para a elevação terá água de maior custo e, conse-

qüentemente, necessitará de um controle de consumo mais eficiente.

A quantificação numérica dessa grandeza característica deverá ser feita através de um índice que seja diretamente proporcional ao produto da vazão aduzida pela altura de recalque e inversamente proporcional à população atendida.

d) Custos das ampliações — Algumas vezes, o exagero da demanda pela população atendida evidencia a necessidade de providências de natureza administrativa para o controle do uso abusivo da água.

Outras vezes, a oferta de água estrangula-se em apenas algumas unidades isoladas e facilmente ampliáveis. Assim, a capacidade total instalada poderá ser aumentada, significativamente:

Na ETA, com a aplicação de técnicas avançadas de tratamento e pequenas adaptações nas instalações existentes.

Na adução, com ampliações de diâmetro, tubulações paralelas ou "booster" em trechos isolados.

Na rede, com ampliações para atender áreas ainda não abastecidas.

De qualquer maneira, sempre que a demanda supere a oferta, serão necessários estudos para a determinação das obras necessárias ao aumento da produção de distribuição de água à cidade.

Os custos dessas obras poderão basear-se nas diretrizes preliminares das ampliações necessárias, dispensando-se, nessa fase do trabalho, a precisão numérica de orçamentos mais detalhados de projetos executivos.

e) População não abastecida — A população urbana não atendida pelo sistema de distribuição de água potável indicará a anomalia da restrição desse benefício público a uma parte da cidade.

As mais diversas causas provocam, às vezes simultaneamente, essa situação: abundância de recursos hídricos subterrâneos em lençol freático pouco profundo, sistema tarifário elevado, alto custo das ligações domiciliares, etc.

Muitas vezes, a escassez da oferta de água pelo sistema público, em relação à demanda efetiva da cidade, induz sua administração a criar obstáculos indiretos ao acesso de potenciais consumidores do sistema: cobrança de ligações, tarifas elevadas, etc.

De qualquer maneira, um elevado índice de população marginalizada (entendido como o cociente entre a população urbana não abastecida e a população total da cidade) geralmente será explicado pela manutenção de dire-

trizes adversas, através de sucessivos encarregados da administração do sistema, somente justificadas pelo crônico estado deficitário da oferta de água em relação à demanda.

Nessas condições, o referido índice englobará, por vezes indiretamente, as mais diversas dificuldades para a solução do problema.

Além de ser uma grandeza característica facilmente quantificável, reveste-se da importância maior de avaliar, diretamente, o objetivo fundamental que se propõe o sistema de abastecimento de água: atendimento máximo da população urbana.

f) Taxa de crescimento urbano — Quanto mais acelerado o desenvolvimento urbano, maior a importância do planejamento das medidas necessárias ao provimento de suas demandas futuras.

A água, como recurso hídrico essencial para o desenvolvimento humano, é um fator que se entrelaça com outros, numa seqüência de causas e efeitos extremamente complexos. As vantagens propiciadas pelas economias de escala dos grandes sistemas começam a se transformar nas modernas deseconomias características dos gigantismos descontrolados.

As taxas excessivamente altas de crescimento urbano levarão, a curto prazo, ao problema da falta de água em tais cidades, onde as ampliações dos serviços públicos dificilmente podem acompanhar o mesmo ritmo.

A implantação urgente de serviço medido em tais comunidades se impõe como medida restritiva do consumo abusivo, minorando situações de carência, até que programas sejam implementados para correção dos déficits apresentados por tais sistemas públicos de abastecimento.

g) População urbana — Nesta grandeza característica, de fácil determinação, estarão incluídos, indireta e subjetivamente por vezes, outros parâmetros de quantificação bastante difícil.

Seriam fatores de mesma natureza a se correlacionarem com a urgência na medição de água urbana, a saber, o grau de industrialização da cidade, a diversificação dos produtos mais significativos, a distribuição da renda familiar, entre outros fatores sócio-culturais das cidades em análise.

Nessas condições, a característica que define o porte relativo da cidade, através de sua população, estaria englobando (ainda que indiretamente) as demais grandezas dificilmente quantificáveis, porém de importância para o estabelecimento de uma escala de prioridades quanto à medição.

h) Capacidade do sistema de esgotos —

A inexistência de rede coletora de esgotos domésticos, agravada pela precária permeabilidade do solo urbano, caracterizaria, nesse exagero extremo de um exemplo, a conveniência sanitária de não serem incentivados os consumos de água.

A grandeza característica, quantificada em função da população urbana total em relação à população servida pela rede coletora de esgotos, forneceria outro indicador também correlacionável com a fixação de prioridades para a escolha das cidades onde a medição de água se torna mais urgente, desta feita por sua natureza típica de preocupação de saúde pública.

i) Extensão e idade da rede de água —

Tais parâmetros relacionam-se muito de perto ao volume de fugas de um sistema, proporcionando a implantação da hidrometria um instrumento valioso à administração do serviço, para a implementação de um programa objetivando sua correção.

Essa grandeza característica poderia ser definida pelo produto da extensão da rede em km pela sua idade média em anos.

j) Consumo "per capita" — O consumo "per capita" apresentado por uma cidade seria outra grandeza característica de extraordinário valor a ser considerado para a fixação do critério de prioridade na implantação de um serviço medido.

Os resultados encontrados nos inúmeros trabalhos analisados, e já comentados neste relatório, mostraram a estreita correlação entre os consumos médios das ligações e a existência ou não de um eficiente sistema de medição de água. Os elevados índices de consumo "per capita" sempre apareceram nos sistemas em que a medição inexistia ou apresentava grandes deficiências.

l) Porcentagem de medição existente —

Esta é outra grandeza característica a ser considerada na montagem da matriz decisória. Quanto maior o índice de ligações providas de hidrômetros em uma cidade, menor a prioridade que deve ser dada pela empresa a um programa de implantação de hidrometria.

2.3.3 — Montagem da matriz decisória

Finalmente, uma vez estabelecidas as grandezas características a serem utilizadas, a etapa seguinte seria a da fixação de sua importância hierárquica, bem como a atribuição dos pesos relativos às diferentes classes estabelecidas. Para esta fase, seria de grande valor a utilização dos dados já levantados em todo o Estado pelo antigo FESB ("Sinopse do levanta-

mento das condições sanitárias das populações urbanas no interior do Estado de São Paulo”), em 1972, e que facilitariam sobretudo a montagem da matriz decisória.

3 — ANÁLISE SOBRE A POLÍTICA DE MEDIÇÃO

3.1 — Aspectos sociais da medição de água

Já muito se debateu, sob o ponto de vista social, a conveniência ou não de colocar o hidrômetro. Os contrários à política de medição argumentavam que o uso do medidor iria onerar a bolsa dos consumidores de baixo poder aquisitivo.

Assim sendo, durante muito tempo adotaram-se formas de cobrança baseadas em características, ora econômicas, ora físicas, das unidades atendidas.

Vejamos o que ocorre quando se pretende cobrar a água consumida empregando outros critérios que não o de medir o volume realmente consumido pelo usuário.

3.1.1 — Cobrança pelo valor locativo

Sob este critério, pretendeu-se cobrar das economias de mais baixo valor taxas menores em relação às de mais alto valor.

Este sistema não deu os resultados esperados, além do fato de permitir muitas injustiças e degeneração na própria receita das entidades. Eis alguns aspectos referentes a esse critério:

a) as taxas de água cobradas guardavam relação com os valores locativos dos imóveis, estes fixados pelas prefeituras municipais;

b) os erros de lançamento pelas prefeituras acarretavam conseqüências nos serviços de água;

c) a não-atualização dos valores locativos gerava estagnação nas receitas de água;

d) os critérios de fixação dos valores locativos estavam baseados em contratos de locação dos imóveis e estes dependiam da lei de oferta e procura (ou lei do inquilinato);

e) geralmente, os valores locativos não guardavam nenhuma relação com o consumo efetivo;

f) criavam-se condições para o desenvolvimento de práticas pouco recomendáveis (propinas).

3.1.2 — Cobrança pelo valor venal

A partir do final da década de 50, passou-se a adotar este novo valor como referencial para cobrança de impostos e, igualmente, dos serviços de água e esgotos.

A exemplo do sistema anterior, houve distorções e, como conseqüência, resultados idênticos. Vejamos alguns aspectos:

a) as avaliações obedeciam a critérios que podiam variar de acordo com a lei de oferta e procura, a localização geográfica, o destino ou uso dos imóveis e a idade dos mesmos e, na quase totalidade das vezes, sem qualquer influência sobre os consumos de água;

b) a mudança do sistema provocou grande número de reclamações e pedido de revisão dos lançamentos efetuados e, como efeito, sustação de cobrança até que se fizesse a revisão dos valores, tudo isso resultando em grande prejuízo aos serviços de água;

c) a não-correlação entre estes valores e o consumo de água, que pode ser facilmente aquilatado com exemplos diversos de edificações para variadas destinações, com idades diferentes de construção e localizações diversas, dentro de uma mesma comunidade.

3.1.3 — Cobrança pelo número de pontos

A semelhança dos serviços de energia elétrica, adotou-se a cobrança dos fornecimentos de água pelo número de pontos existentes na edificação (pias, chuveiro, banheiros, lavatórios, bidês, etc.), ponderados.

As pesquisas revelaram que cada uma dessas peças tem gastos médios, daí poder-se estimar o consumo provável de cada casa com relativa aproximação.

O sistema apresenta, todavia, alguma desvantagem, provavelmente com ônus para as empresas, requerendo, em primeiro lugar, um cadastro bem elaborado.

Disso resulta o processamento das contas com uma variedade enorme de tarifas, o que acarreta encarecimento das cobranças.

Em algumas empresas brasileiras chegou-se a estabelecer tão elevado número de tarifas que houve problemas nos seus sistemas convencionais de cobrança.

Por outro lado, um cadastro de consumidores não é um instrumento estático; ele deve ser dinâmico e permanentemente atualizado.

O número de pontos, em determinada edificação, pode alterar-se de ano para ano. As pessoas e as famílias aspiram sempre a melhorar seu nível de vida e, com isto, seus hábitos, fato que provoca alteração no número de peças sanitárias.

A manutenção de cadastro atualizado exigiria uma permanente fiscalização, circunstância que, pela sua complexidade e inconveniência, tornaria o sistema impraticável.

O custo e as possibilidades de erro dessa fiscalização desaconselhariam as empresas a

adotar tal critério. Acrescentem-se a isto os desperdícios, sobre os quais não haveria nenhum controle.

3.1.4 — Cobrança segundo atributos dos imóveis

Durante algum tempo foram utilizados como parâmetros atributos físicos dos imóveis, os quais podiam ser:

- a) Testada.
- b) Área construída.
- c) Área do terreno.

Tais atributos, no entanto, se bem que mais fáceis de obter, por outra parte geravam injustiças gritantes e davam origem a práticas pouco recomendáveis.

Algumas cidades brasileiras chegaram a adotar a cobrança de tarifas com base em classificação dos imóveis segundo categorias econômicas e sociais.

Na busca de soluções adequadas, segundo estes critérios, algumas cidades atingiram mais de trinta tarifas distintas, o que acarretou sérios inconvenientes às empresas de abastecimento público de água.

Em alguns casos, aplicaram-se sistemas compostos, isto é, uma parte da tarifa cobrada segundo um atributo físico, especialmente testada, e outra segundo o consumo.

3.1.5 — Cobrança pelo consumo efetivo

A experiência brasileira demonstrou, todavia, a impraticabilidade de todos esses sistemas anteriores, os quais conduziram as empresas de saneamento a freqüentes déficits financeiros — uma das causas fundamentais do atraso deste setor no Brasil.

A cobrança de tarifas com base no consumo efetivo passou a ser aceita como a mais eficaz, como já se fazia em outras partes do mundo.

Os sistemas de tarifas, com base no consumo, poderiam ser medidos ou não.

Os não-medidos se fazem com base em consumos estimados ou limitados, estes mediante o uso de limitadores de consumo, e que a experiência já demonstrou como inadequado. Saturnino de Brito (Volume VI, páginas 229 e 230), na primeira década deste século, já condenava seu uso, devido a razões de natureza técnica (Anexo 16).

No tocante aos consumos estimados, calculados com base nos volumes produzidos, cumpre dizer que as elevadas perdas que tais sistemas provocam trazem como consequência grandes consumos médios por ligação.

Tais fatos levam, com freqüência, a administração a adotar tarifas fictícias, aquém dos valores reais para tais ligações, a fim de aten-

der aos limites superiores impostos pelas diretrizes governamentais às tarifas mínimas de uma comunidade (5% do salário mínimo regional), provocando desequilíbrios financeiros à empresa de saneamento.

A cobrança com base no consumo medido tem-se afigurado a mais adequada e justa, pois cada usuário paga pelos volumes efetivamente consumidos.

Os mais modernos sistemas de tarifas estabelecem-se em função do uso de medidores domiciliares. A recíproca é, também, verdadeira: o uso de medidores domiciliares só surtirá os efeitos esperados se associado a um adequado sistema de tarifas.

Basicamente, todos os sistemas tarifários buscaram formas diferenciadas que permitissem aos usuários de menor poder aquisitivo pagar menos que os de maior capacidade econômica.

Os primeiros financiamentos efetuados no Brasil pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) exigiam, em seus contratos, que as tarifas contemplassem valores diferenciais entre as diversas classes sociais e, igualmente, um sistema de micromedição para que isto fosse concretizado.

Com medições é possível caracterizar os consumos sociais com mais precisão que por outros critérios, às vezes alheios ao problema ou mesmo subjetivos, dependentes da percepção humana.

O critério social, como variável de decisão, poderá ter expressivo peso na fixação da política tarifária calcada em um sistema de medição.

3.1.6 — Hábitos de consumo

Já se ressaltou, no presente trabalho, a necessidade de medir o consumo, como meio de educar a comunidade quanto ao uso da água, evitando-se utilização inadequada e desperdícios, para que se preservem as reservas hídricas, visto que a demanda cresce sempre e os volumes disponíveis permanecem estáveis e às vezes até se reduzem, sob o impacto dos despejos poluidores e contaminadores, requerendo custos elevados para sua obtenção.

Os efeitos da medição têm que ser encarados como de curto, médio e também de longo prazo, pois é de suma importância estimar a demanda futura, dados os problemas de escassez dos recursos naturais para satisfação das necessidades humanas.

Se tomarmos um histograma de consumo e o analisarmos em determinado instante, verificaremos que há um grande número de consumidores cujos registros acusam valores bai-

xos de consumo. Decidir não medi-los pode parecer acertado, mas será que esses consumidores permanecerão em idênticas faixas de consumo?

A experiência tem demonstrado o contrário, como veremos a seguir:

1) Somos um país em desenvolvimento e é lógico e prudente admitir que haja elevação dos níveis de renda da população e, como conseqüência, mudança nos hábitos de consumo.

2) O programa social do Governo Federal no campo habitacional, através dos planos do Banco Nacional da Habitação (BNH), provavelmente contribuirá para alteração dos hábitos higiênicos e, portanto, mudança dos atuais consumos.

3) Os menores consumidores são, geralmente, aqueles que adquirem, para instalações internas, metais e peças sanitárias de inferior qualidade, que são responsáveis por vazamentos que, sem controle, se tornarão mais acentuados, causando desperdício de água que poderia servir a mais pessoas.

Vejamos, por exemplo, a experiência efetuada na cidade de Além Paraíba, no Estado de Minas Gerais, pela concessionária local, a Copasa: após a instalação de medidores houve, no comércio local, uma procura maior de peças e aparelhos sanitários de boa qualidade.

O medidor, neste caso, atuou também como agente de controle de qualidade de materiais.

4) Poder-se-á admitir que o consumo básico de uma família de poucos recursos permaneçam inalterados, mas não serão evitados os vazamentos, quer por falta de recursos para aquisição de materiais quer por não ser cobrado esse desperdício, pela inexistência do controle efetuado pelos medidores.

Verifique-se, ainda, o que se constatou na cidade de Palmares (PE) no trabalho constante do Anexo. Pesquisa realizada em 1214 casas revelou, entre outras, as seguintes formações:

a) que existia uma redução de desperdício entre:

casa sem medidor para casa com medidor parado, de 46,3%;

casa com medidor parado para casa com medidor funcionando normalmente, de 56%;

casa sem medidor para casa com medidor funcionando, de 80,6%.

b) que havia reduções de perdas, por vazamento, nos três casos:

1.º) casa sem medidor para casa com medidor parado, de 50%;

2.º) casa com medidor parado para casa com medidor funcionando, de 54,1%;

3.º) casa sem medidor para casa com medidor funcionando, de 77%.

Observa-se neste caso, também, que o medidor, mesmo parado, exerce um efeito psicológico sobre os consumidores, induzindo-os a corrigir seu consumo, mesmo que este efeito seja de caráter transitório (até a constatação, por parte do usuário, da paralisação do medidor).

De modo geral, neste exemplo, verificam-se as seguintes reduções de consumo:

I) sem medidor para medidor parado, 49%;

II) medidor parado para medidor funcionando, 58%;

III) sem medidor para medidor funcionando, 79%.

Outro exemplo nos chega do México, da Secretaria de Recursos Hídricos, contido nos seus Plamesis (Anexo): a economia obtida no país (mais de 1800 cidades), por efeito da medição, foi de 45%.

Portanto, conclui-se que as características de consumo se alteram, quer por mudança de hábitos, quer por abusos ou usos desnecessários, (comodismo), quer por vazamentos nas instalações internas ou mudanças de atividade (exemplo: residências transformadas em pequenas indústrias). O pequeno consumidor de hoje pode-se transformar em um grande consumidor amanhã.

Dados estatísticos, da Divisão de Medição da Sabesp, mostram que um grande número de ex-pequenos consumidores (hidrômetro de 3 m³/h — 22.560 em dois anos) passa ao rol dos consumidores maiores. Só um serviço como o da Sabesp pode manter os consumidores classificados dentro de sua real condição (conforme quadro incluso no Anexo).

3.2 — O binômio medidor-tarifa

O medidor simplesmente instalado em uma ligação predial não passa de um dispositivo inócuo se não for complementado com um sistema tarifário adequado.

Outrossim, a implantação de um sistema medido requer condições outras para que possa atingir plenamente os resultados esperados.

Para isso, é necessário ter presente que o hidrômetro faz parte de um sistema que compreende, principalmente, o seguinte:

a) banca de ensaio para análise de sua precisão (recepção);

b) banca de ensaio para aferição e calibragem (manutenção);

c) sistema de leitura adequado, que permite obtenção de dados confiáveis;

d) sistema de faturamento com base em programas de leituras sistemáticas e regulares;

e) coleta e análise sistemática dos dados produzidos pelos medidores;

f) capacidade para a tomada de medidas corretivas no sistema, a partir das informações analisadas;

g) estrutura administrativa compatível com a complexidade e tamanho do sistema (centralização, descentralização, etc.);

h) pessoal capacitado.

Considere-se que o hidrômetro é um aparelho de medida, que registra consumos que devem ser cobrados dos usuários, se os preços cobrados por estes consumos não forem apoiados em critérios adequados, a medição não terá sentido.

Por exemplo: São Carlos (SP) instalou em 1972 cerca de 2 mil medidores sem ter uma estrutura de tarifas. Resultado: o consumo médio por ligação era de 38 m³/lig./mês, superior à média de outras cidades.

No caso de São Paulo, por exemplo, a aplicação integral do medidor é uma exigência da própria estrutura de tarifas adotada.

A estrutura de tarifas deve basear-se num conjunto de variáveis, as quais levam em consideração: necessidades financeiras da empresa, características dos sistemas e aspectos sócio-econômicos das comunidades servidas.

Se uma cidade dispuser de características que determinem a construção de um complexo superior simples, a custos operacionais baixos, e demandem tarifas igualmente baixas, muito provavelmente um sistema de cobrança poderá ser uniforme para todos os consumos e, neste caso especial, provavelmente se poderia dispensar o medidor.

Na maioria dos casos, entretanto, isso não ocorre, exigindo-se diferenciação de preços para criar estímulos ou restrições de consumo; em tais casos, o uso do medidor é indispensável.

Na hipótese da adoção de tarifas diferenciais, elas podem apresentar-se sob vários aspectos, decrescentes ou crescentes.

As tarifas decrescentes, em geral, são aplicáveis quando a capacidade de oferta de água é superior à demanda, havendo, pois, necessidade de estimular o consumo. Se esta relação foi significativa, justifica-se, até certo ponto, que a medição não seja integral ou até dispensável durante certo tempo (casos: Buenos Aires e Nova Iorque).

As tarifas diferenciais crescentes, que representam a maioria dos casos, devem ser adotadas quando a oferta é inferior à demanda;

nestes casos, um sistema de micromedição adequado é indispensável para o sucesso da empresa.

O sistema consiste em estabelecer preços por metro cúbico de água consumida distintos para diferentes usos e condições sócio-econômicas dos consumidores.

Além da existência de preços diferentes para faixas diversas, há que considerar os grandes e os pequenos consumos, precisando estes ser medidos.

Se a empresa necessita desestimular consumos excessivos, é imprescindível a combinação de um sistema de medição com uma estrutura de preços adequada a policiar o consumo.

Portanto, se a estrutura tarifária é imperfeita, o medidor perde a sua finalidade e chega a ser um ônus para a empresa, frustrando aspirações técnicas específicas.

3.3 — As vantagens e desvantagens da medição

O extraordinário incremento observado nas taxas de crescimento populacional nas últimas décadas, associado ao surto industrial, cujas taxas de desenvolvimento e áreas de expansão aumentam, também, em proporções nunca antes observadas no mundo, conduz a uma crescente utilização dos recursos hídricos existentes. Por outro lado, as atividades dos centros urbanos e áreas industriais geram despejos vários que, direta ou indiretamente, concorrem para a degradação desses recursos hídricos.

A par da necessária política de controle de poluição, visando à preservação desses recursos para sua integral utilização pelo homem, imprescindível se torna o desenvolvimento de práticas que coibam o seu mau uso, incluindo-se entre estas a redução dos desperdícios. A situação torna-se particularmente crítica em determinadas áreas.

A prática de medição nos sistemas públicos de abastecimento de água objetiva, entre outras coisas, a formação de uma mentalidade sobre uso correto desse serviço, conduzindo o usuário à adoção de hábitos salutaros no tocante ao emprego adequado das instalações e à sua conveniente manutenção. Os estudos, e observações efetuados em inúmeras cidades de diversos países, de dimensões e condições de vida muito diversas, mostram cabalmente a influência que a medição de água exerce sobre o comportamento dessas coletividades. Desde as primeiras medidas referentes à melhoria de suas instalações prediais, objetivando reduzir os vazamentos aparentes, como registraram relatórios sobre cidades mineiras, até a redução do consumo "per capita" da água distribuída à cidade, permitindo ampliações do sistema de

distribuição sem o correspondente aumento dos órgãos ligados à produção, como assinalam os variados trabalhos examinados e apreciados no 1.º relatório, são todas conseqüências diretas da implantação de um sistema medido para a água distribuída. Reflete-se, assim, a medição de água na economia da empresa de abastecimento de água, postergando seus programas de investimentos destinados aos sistemas de produção e permitindo sua aplicação em outros setores, particularmente na ampliação de sua área de atendimento da comunidade.

Além de fornecer elementos indispensáveis aos programas da operação e manutenção do sistema, em especial aos de controle das perdas no sistema de distribuição, representa o sistema medido papel preponderante para a fixação de uma adequada política tarifária. Nesta área, o serviço medido é o que proporciona melhores condições para que uma tarifa justa possa vir a ser implantada.

Se, por um lado, a prática de estabelecer taxas fixas para um consumo admitido como mínimo procura impedir que reduções exageradas no consumo da água doméstica prejudiquem as condições sanitárias dessa faixa de população, por outro lado, a análise dos dados levantados em mais de duas dezenas de cidades brasileiras evidenciam que os consumos reais, registrados pelos medidores instalados em tais ligações, são bem inferiores aos limites fixados e cobrados como mínimos.

Todos esses importantes aspectos de um sistema público de abastecimento de água só podem ser conhecidos e convenientemente estudados pela administração de uma empresa se ela dispuser de um sistema eficiente da medição que lhe forneça os elementos indispensáveis ao seu correto equacionamento.

Se todas as considerações que formulamos refletem conclusões decorrentes da observação e análise de dados levantados e trabalhos publicados sobre essa matéria, no tocante à fixação da porcentagem de medição que proporcionaria a melhor solução para uma empresa de abastecimento público de água as opiniões divergem bastante.

Enquanto alguns preconizam a implantação de serviço 100% medido, como única forma admissível para tais sistemas de distribuição de água, outros já consideram essa prática desnecessária, se não mesmo antieconômica, dizendo ser possível obter todos os benefícios oriundos da medição, com porcentagem inferior de ligações providas com hidrômetros.

Essa divergência, que já vem de longa data entre técnicos e administradores de serviços de água, é agora objeto da consulta específica formulada pela Sabesp: qual a porcen-

tagem ótima que deveria ser adotada para a medição?

Saturnino de Brito, em "Notas sobre hidrômetros" (Volume XVIII, "Memórias diversas"), publicado em 1928, dizia:

"1 — Já não há necessidade de fazer a propaganda dos hidrômetros como aparelhos regularizadores do consumo da água, por corrigirem os hábitos de desperdício e darem à gerência do serviço o meio de saber se na rede de distribuição existem perdas ou fugas importantes.

Em 1902 — pelo que escrevi em "Saneamento de Campos", citando o que se lia em obras técnicas e a opinião do venerando Dr. Francisco Bicalho —, ainda era mister disso convencer não somente aos governos, mas também aos técnicos que não tinham prática nos serviços de distribuição de água. "Em nome da higiene" queriam o consumo de água abundante sem medida e a preço mínimo.

2 — Não obstante já se admitir, sem contestação, que o emprego do hidrômetro resolve de um modo econômico e higiênico o problema da distribuição de água, nota-se que muitas cidades em que a água é faltosa, por desperdícios e perdas, preferem aduzir ou elevar por bombas novas quantidades, em vez de regularizarem o consumo do volume disponível; observa-se, também, que novos projetos são postos em execução e as administrações locais suprimem a verba para compra e instalação dos hidrômetros.

No primeiro caso atuam os interesses da política eleitoral: não querem desgostar amigos e oposicionistas contrariando os hábitos do consumo da água sem medida (a nefasta "torneira livre") ou mal regulado pelas "penas" violáveis (por meio de pedidos, de gorjetas, etc.). Não se sentem com ânimo para acabar com a distribuição sem medida e gratuita nos serviços públicos, repartições, institutos de caridade, etc. (ver "Revista Brasileira de Engenharia", janeiro, 1925, pág. 33).

No segundo caso, os governos locais sabem que a água não faltará a princípio, durante a sua administração, pois os projetos prevêem o serviço para população maior; preferem então aplicar o dinheiro em obras que se vejam, em vez de instalar hidrômetros. Assim se preparam situações que, em breve, reproduzirão as condições do primeiro caso.

3 — O trabalho técnico na boa política da distribuição de água potável deve ser

presentemente uma simples questão de investigação e de aritmética:

a) Verificar se o volume distribuído sobrar para a população abastecida, uma vez que o consumo seja regularizado pelo hidrômetro;

b) No caso afirmativo, verificar (para o conhecimento e decisão da administração local) se é mais econômico instalar hidrômetros que fazer novas aduções ou aumentar o volume elevado por bombas, levando em conta as despesas com o tratamento adequado das águas.

c) Uma vez feita a instalação dos hidrômetros, medida a água que sai dos reservatórios e a distribuição, procurar descobrir, no caso de diferença notável, as fugas, perdas ou fraudes na distribuição; casos há de enormes perdas por baixo dos calçamentos, encaminhando-se a água para as galerias de esgotos, para os cursos de água ou para o mar, por baixo dos cais (ver, do autor "Saneamento de Recife"; em Curitiba, observou-se uma grande fuga de água, que, saindo dum conduto quebrado, abriu caminho subterrâneo para entrar num poço de inspeção dos esgotos)."

As análises, efetuadas na primeira parte deste relatório, das curvas traçadas com base nos dados coletados sobre porcentagem de medição e volumes de água faturado, mostraram que, dependendo da cidade, com medições da ordem de 50% já são obtidos volumes de água faturados superiores a 85%, chegando, em alguns casos, com apenas 30% de medição, à obtenção de volumes superiores a 70%.

A pesquisa de uma otimização com base apenas nesse critério de faturamento da empresa deixaria de levar em consideração outros critérios não menos importantes e já analisados no capítulo referente aos modelos decisórios, e com profundas conseqüências na economia global do sistema.

A própria redução do consumo "per capita" que a medição impõe aos serviços de água e observada pelo exame de inúmeros trabalhos compulsados, decorre principalmente das medidas complementares que são adotadas, objetivando reduzir as perdas (fugas e desperdícios). Porém, se nas instalações prediais elas são prontamente tomadas pelos usuários que sentem nas contas apresentadas o seu custo, já na parte correspondente à rede de distribuição medidas de combate às perdas devem ser aplicadas pela administração da empresa, para que os resultados esperados possam vir a ser alcançados.

A própria abundância ou carência de recursos hídricos na região, a maior ou menor facilidade em suas obras de captação e adução, a necessidade ou não de energia para transportá-la até aos centros de consumo, o maior ou menor custo que exige o tratamento dessa água para ser distribuída, o sistema tarifário adotado pela empresa, são todos fatores que irão influenciar, entre outros, a decisão sobre a porcentagem da medição a ser adotada. Esta poderá variar de 0% até 100% se forem encarados esses fatores isoladamente, servindo como único critério decisório para a implantação de uma política de medição de água.

Tais fatores, além de variar de uma para outra região, são por vezes antagônicos, e a maior ou menor importância que eles representam em relação à política que a empresa espera aplicar terão influência na obtenção do resultado final esperado: a porcentagem ótima de medição a ser implantada.

Seria interessante não esquecer os argumentos vários que vêm sendo apresentados pelos técnicos, na defesa ou no combate à política de medição de água, para que se tentasse ajuizar de sua profundidade e de seus reflexos sobre o sistema de abastecimento.

Dentre os principais motivos apontados contra uma política de medição podem ser relacionados os seguintes:

- 1) O uso limitado de água pode resultar em condições insatisfatórias de higiene e concorrer para o desenvolvimento de doenças.
- 2) Os hidrômetros custam dinheiro para comprar, instalar, manter e ler.
- 3) As quedas de pressão nos hidrômetros oneram os custos de bombeamento.
- 4) Os consumidores de menor capacidade econômica sofrem mais do que os ricos devido às tarifas de água (observação: dependeria do critério tarifário a ser adotado).
- 5) O usuário se ressentir com a taxa mínima quando o hidrômetro não acusa consumo.
- 6) O dinheiro dispendido em hidrometria poderia ser gasto em melhoria do sistema.
- 7) A jardinagem diminui, afetando a aparência da comunidade.
- 8) Ela pode ensejar maior número de reclamações pelos usuários.

Os principais argumentos levantados pelos defensores da medição de água são:

- 1) É justo que o usuário pague apenas o que consome; sem o medidor só se pode cobrar do consumidor um preço fixo, não obstante a quantidade consumida.
- 2) Sem medidor o consumidor não tem incentivo nem para economizar água nem para

evitar desperdícios; a diminuição de desperdício resulta em economia para todos.

3) Quando não se usam hidrômetros, os usuários de menor poder aquisitivo pagam mais pela água consumida.

4) Redução de custos de operação e manutenção com as estações de tratamento, estações elevatórias, etc., como consequência do item 2.

5) Facilita-se a pesquisa de fugas no sistema, com obtenção de dados mais confiáveis.

6) São criadas condições para o estabelecimento de uma estrutura tarifária mais justa; os preços unitários podem basear-se em custos marginais.

7) A expansão do sistema de abastecimento pode basear-se em previsões de demandas reais e não em estimativas grosseiras; torna-se possível a otimização econômica do desenvolvimento futuro do sistema.

8) Podem ser reduzidas as contribuições à rede de esgotos sanitários.

Dos argumentos apresentados e analisados neste capítulo, inegavelmente, dois se destacam, pela importância e reflexos econômico-sociais que envolvem. A implantação de uma eficiente política de medição permite o estabelecimento de tarifas mais adequadas e socialmente mais justas para a coletividade abastecida.

Ainda mais, a evidente redução das perdas do sistema (fugas e desperdícios) proporciona um melhor aproveitamento dos mananciais disponíveis, concorrendo, assim, para a política geral de economia dos recursos hídricos da região, fator preponderante e de maior importância a cada dia que passa.

3.4 — Sistemas parcialmente medidos

Se determinada cidade adotar um sistema de medição parcial, logicamente teremos alguns consumidores, outros não.

Os medidos serão cobrados pelo consumo efetivo.

Os não medidos serão cobrados por outro critério, que pode ser qualquer um dos já comentados neste capítulo. Seja qual for o critério a ser adotado, provavelmente estes terão que pagar um valor fixo e, na maioria das vezes, superior aos pagos por grande parte dos medidos; decorre daí:

a) o problema da injustiça tarifária — pagar mais do que outros que, muitas vezes, têm consumo maior;

b) o número de reclamações se eleva e, como decorrência, mais consumidores exigem a colocação do medidor ou retirada. O número de reclamações requer da empresa um esforço

administrativo que pode ser convertido em valores monetários equivalentes, influenciando, também, na eficácia da arrecadação;

c) a cobrança por valores fixos poderá gerar problemas administrativos e mesmo demandas judiciais;

d) como selecionar, numa mesma rua, quem vai ser medido ou não? Isso acarretaria problemas administrativos de difícil solução, sobrecarregando a direção com grande número de pequenos problemas.

3.5 — Informações e medição

O controle exercido sob uma rede de distribuição de água deve ir desde a saída das estações de tratamento até o chamado ponto de entrega ao consumidor. A partir daí, o controle é da responsabilidade deste.

Por outro lado, um dos princípios básicos da cibernética é o de que "sem informação não há controle", aplicável, aliás, a qualquer nível (econômico, técnico, político, etc.). Ou seja, a obtenção de informações é um fator imprescindível para a existência de um controle.

Assim, para se poder controlar a rede, no que diz respeito a vazamentos, consumo, etc., é preciso dispor de dados de toda a rede, **inclusive** dos pontos de entrega, o que pode ser conseguido mediante a colocação de hidrômetros em todos esses pontos.

Pode haver casos, entretanto, em que tal instrumento não exista nos pontos notáveis da rede (saída de ETA, saídas de reservatórios, grandes derivações, etc.) ou esteja inoperante.

Nessas circunstâncias, por não haver informação disponível, **o controle é perdido**.

Para retomar o controle, algumas soluções podem ser tentadas, passando então os dados a ser obtidos indiretamente, o que provoca um erro associado sempre maior e, conseqüentemente, o controle será **menor**.

Outra alternativa seria recorrer a valores médios, máximos ou a qualquer outro estimador estatístico. Por exemplo, medir o "consumo" na saída do reservatório, supor que o consumo final seja X e, por diferença, inferir vazamentos.

Assim, se houvesse a chamada "compensação de desvios", isto é, o consumo em uma região diminuindo, enquanto o vazamento fosse aumentando, a vazão média iria manter-se e a fuga não seria descoberta.

Ou então, se o consumo for aumentando, ter-se-á a impressão de que são as fugas que aumentam, pois sem hidrometria não é possível conhecer o seu **comportamento**.

Em conclusão, pode-se afirmar que a única maneira econômica, contínua e confiável de determinar os consumos na rede é a hidrometria.

Aliás, é fácil notar as conseqüências que adviriam do uso do método das estimativas para a determinação dos kWh consumidos (a Light e a Telesp medem todos os pontos de entrega) para efeito de arrecadação do imposto de renda (ninguém paga por estimativa).

Realizou-se em São Paulo o "Seminário sobre macromedição em sistemas de abastecimento de água", no período de 13 a 17 de outubro de 1975, sob os auspícios do Banco Nacional da Habitação; United States Agency for International Development; Associação Brasileira de Engenharia Sanitária; American Water Works Association; Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente e Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.

O Grupo de Trabalho Sobre Sistemas de Controle recomendou, e foi aprovado pelos 45 participantes, o seguinte:

"A micromedição é importante e deve ser complementada pela macromedição";

"A macromedição é necessária para o controle em todos os sistemas".

Enquanto a macromedição permite conhecer os volumes totais destinados a setores da distribuição, a micromedição possibilita destacar apenas as parcelas encaminhadas aos pontos de utilização efetiva.

A experiência efetuada no bairro São Paulo, na cidade de Belo Horizonte, conclui que o consumo médio de 88 ligações sem hidrômetros domiciliares era de 43,10 m³/lig./mês, determinação essa permitida pelos dados da macromedição na entrada da rede distribuidora. Após a instalação dos hidrômetros prediais, essa cota média de consumo domiciliar baixou para o valor de 24,71 m³/lig./mês (Ver anexo do 1.º Relatório).

No Estado de São Paulo, a cidade de Indaiatuba não efetuava, até recentemente, medição direta dos consumos domiciliares através de hidrômetros. Os dados coletados de janeiro a setembro de 1975, referentes à macromedição dos volumes totais fornecidos à rede de distribuição, permitiram concluir que o consumo médio, nas 6.400 ligações não medidas, era de 50 m³/lig./mês, valor bastante superior às médias encontradas nesse trabalho.

A instalação dos hidrômetros nas ligações dessa cidade, atualmente no programa operacional de seu sistema, permitirá quantificar mais precisamente os consumos de água nas instalações internas dos usuários.

O Serviço de Pitometria da Sabesp dispõe de dados bastante significativos, referentes à cidade de São Paulo.

Pelos valores indicados no Quadro III, relativos ao setor de distribuição Indianópolis, as cotas de consumos domiciliares (excluídos os industriais) passam de 394 para 286 litros por habitante, em dias frios. A redução de 27% (108/394) do volume total distribuído corresponde às primeiras providências de eliminação, dos vazamentos na rede de distribuição, como efeito imediato da macromedição do sistema.

Notando-se que à cota "per capita" de 286 l/dia corresponde um consumo médio mensal de cerca de 43 m³/lig./mês, verifica-se que, mesmo nos dias frios (de menores consumos domiciliares), o valor indicado ainda se afasta bastante da média encontrada para toda a cidade: 24 m³/lig./mês (item deste relatório).

Nessas condições, conquanto a macromedição tenha fornecido elementos que permitiram a redução de 27% do volume total distribuído, através de providências imediatas para a eliminação de vazamentos na rede, os dados da micromedição, associados àqueles, estão indicando que provavelmente nem todos os vazamentos terão sido eliminados ou que outros fatos deverão ser pesquisados.

De qualquer maneira, análises desse tipo e as correspondentes providências corretivas somente podem ser efetuadas quando se dispõe de dados reais sobre a ocorrência efetiva dos fatos.

Observa-se que os dados da macromedição indicam consumos "per capita" maiores que os da micromedição.

Se as novas obras foram projetadas com dados do primeiro, corre-se o risco de serem superdimensionadas e, portanto, mais onerosas. As duas medições em conjunto ensejarão a obtenção de informações mais seguras e, como resultado, teremos projetos mais econômicos e realistas.

Um adequado sistema de medição de uma empresa pressupõe as duas, como mostra a experiência da Sabesp e se pode observar no trabalho objeto do Anexo.

4 — PROGRAMAS DE PESQUISA

Tendo em vista que o presente trabalho foi desenvolvido tomando-se por base a literatura e dados disponíveis e que os mesmos demonstraram tendências observadas sob vários ângulos distintos, julgamos, pela importância de que o assunto se reveste, necessário o desenvolvimento de programas de pesquisa pela Sabesp.

Assim, passará a empresa a dispor de um elemento de informações próprias e precisas, como já o tem nos setores de "Medição de

Dados do Serviço de Pitometria da Sabesp

População total do Distrito Pitométrico		Indianópolis 42.915	Ipiranga 62.008	
Dados obtidos em dias quentes	Incluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Incluídas vazões industriais	538	344
	Excluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Excluídas vazões industriais	459	326
	Incluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Incluídas vazões industriais	429	263
	Excluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Excluídas vazões industriais	350	245
Dados obtidos em dias frios	Incluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Incluídas vazões industriais	473	325
	Excluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Excluídas vazões industriais	394	307
	Incluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Incluídas vazões industriais	364	244
	Excluída vazão de vazamento na rede (l/hab/dia)	Excluídas vazões industriais	286	226

Consumos" e "Hidrometria", elemento indispensável para qualquer tomada de decisões nesse setor.

São sugeridas, a seguir, as pesquisas julgadas mais importantes para o conhecimento deste problema.

4.1 — O estudo do impacto da medição sobre o consumo

O objeto deste estudo seria avaliar como a utilização de medidores afeta o consumo domiciliar, nas diversas cidades sob a jurisdição da Sabesp. Os resultados obtidos, combinados com as características dos consumidores, permitiriam estabelecer os parâmetros necessários para aplicação em modelos decisórios.

4.2 — Estudo das características de consumo

Este estudo teria o propósito de determinar as variações de consumo, segundo as ca-

racterísticas dos usuários dos sistemas. O trabalho deveria contemplar dois grupos distintos de pesquisa:

a) características sócio-econômicas dos usuários ligados aos sistemas;

b) variações dos consumos, referentes aos distintos grupos sócio-econômicos.

4.3 — Levantamento de parâmetros

Para o desenvolvimento do modelo matricial, referido no item 2.3 (modelo para fixação de prioridades para medição), seria necessário o levantamento das grandezas características nele relacionadas, bem como estabelecer as respectivas ponderações indispensáveis para sua aplicação pela Sabesp.

4.4 — Emprego de hidrômetros de menor capacidade

A possibilidade do emprego de medidores

de menor capacidade que os de 3 m³/h deveria ser investigada pela Sabesp, em vista do grande número de usuários cujo consumo se situa bem abaixo da capacidade de utilização de tais hidrômetros. A redução da sensibilidade das leituras possivelmente será compensada pela economia do investimento necessário para a aquisição desses aparelhos de menor custo.

Capacidade, custos de aquisição, instalação e manutenção e precisão na medida são fatores que devem ser investigados para verificar quais os medidores que melhor se acomodam aos usuários dos sistemas.

5 — CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das observações e conclusões parciais dos diferentes capítulos deste trabalho, podem ser resumidas as considerações a seguir expostas.

5.1 — Interpretação dos dados obtidos

A análise dos dados coletados em catorze cidades de São Paulo mostrou que, em termos de porcentagem de volumes totais medidos, com 50% das ligações providas de hidrômetros, conseguem-se, em média, volumes medidos da ordem de 80%; com um índice de 70% de medição, esse volume medido já se mostra, em média, próximo a 90%. Tais índices, entretanto, vão refletir-se exclusivamente sobre o aspecto do faturamento da empresa de água.

Com base, também, nos dados coletados nessas mesmas cidades, verificou-se, por outro lado, que para condições de 100% de medição o consumo médio por ligação se aproxima dos 20 m³/mês, bastante compatível com as características sócio-econômicas das comunidades analisadas.

Quanto às perdas mínimas registradas em serviços de abastecimento, com razoável controle de perdas e providos com 100% de medição de água, a análise dos dados coletados, bem como dos resultados apresentados pelos diversos trabalhos compulsados (todos juntados ao anexo do relatório), mostrou que elas representam 20% do volume produzido pelos sistemas. Esse valor mínimo encontrado para as perdas (englobando fugas e desperdícios) corresponde ao valor preconizado por especialistas em controle de perdas como o economicamente desejável para serviços considerados bem operados.

Finalmente, com base nos mesmos elementos que serviram às conclusões anteriores, verificou-se que uma redução média de 47% no volume total produzido é observada nas comunidades providas de 100% de medição.

5.2 — Resumo das principais observações

Das conclusões parciais obtidas nos diferentes capítulos deste relatório, devem ser ressaltadas as seguintes observações:

a) A instalação de medidores só tem significado se associada a um sistema de tarifas adequado e apoiado em estrutura operacional capacitada.

b) A política de medição de um sistema de água tem muito mais importância com referência aos aspectos econômicos de conservação dos recursos hídricos da região do que com os índices relativos ao faturamento da empresa. Este poderá ser obtido através de outros artifícios de cobrança.

c) Em média, os custos para obtenção de água adicional, decorrente das perdas ocasionadas pela ausência de um sistema adequado de controle, são mais elevados do que os necessários à implantação de um sistema eficiente de medição.

d) As vantagens de um sistema integral de medição superam as possíveis vantagens de um sistema parcialmente medido, ou não medido.

e) Um sistema parcial de medição acarreta mais problemas de ordem administrativa do que o sistema de medição integral.

f) O sistema integral de medição pode oferecer um elenco de informações mais realistas à administração da empresa, permitindo-lhe decisões com menores riscos, desde o planejamento até a operação dos sistemas.

g) A implantação da política de medição de água para as cidades a serem operadas pela Sabesp deve ser calcada em análise específica para cada caso, uma vez definida a escala prioritária para seu atendimento.

5.3 — O caso da cidade de São Paulo e região metropolitana de São Paulo

As características do sistema tarifário adotado para a cidade de São Paulo, bem como a existência já de uma situação de 100% de medição na água distribuída, fizeram-nos estudar especialmente as implicações que poderiam advir de uma modificação que viesse a ser introduzida na situação em vigor. A análise cuidada da matéria nos levou a resumir, nos tópicos seguintes, as razões principais que contra-indicariam a mudança da atual política de medição adotada para a capital do Estado e região metropolitana de São Paulo.

Seriam elas:

1) A legislação tarifária está baseada no uso integral dos medidores, conforme se observa no Anexo 2-4.

2) O consumo já é 100% medido, o que tem permitido à Sabesp:

a) obter informações mais confiáveis e planejar com dados realistas;

b) equilíbrio no sistema de distribuição, praticamente possibilitando abastecer mais com os mesmos volumes disponíveis;

c) obter médias de consumo compatíveis com os padrões aceitáveis para regiões similares;

d) melhorar o nível de informações sobre o abastecimento e o consumo efetivo, complementando todo o trabalho da hidrometria (macromedição);

e) já possui a Sabesp todas as condições descritas no item 3.2, referentes à infra-estrutura indispensável para um sistema de medição.

3) Ao contrário de outras cidades e capitais brasileiras, o volume total consumido pelos usuários menores (medidor de 3 m³/h) representa 53,91% do total consumido pela comunidade e é responsável por 53,57% da arrecadação da Sabesp, como mostram os quadros modelos 03 e 10 do Anexo 2 (1 e 2 do anexo); seria temerário, portanto, descuidar o controle sobre os pequenos consumidores.

4) As transformações na estrutura urbana da cidade de São Paulo vêm mostrando uma tendência de ocupação das áreas periféricas da cidade por consumidores de melhores níveis sócio-econômicos, que fogem dos problemas característicos das cidades densamente habitadas. Estas mutações geram alterações nas características de consumo de vários bairros periféricos e estes necessitam estar sob constante controle pela Sabesp, a fim de que ela não venha a ser surpreendida, no futuro, por consumos diferentes das previsões.

As transformações já ocorridas na cidade, nos últimos quinze anos, determinaram vários remanejamentos na rede distribuidora, para eliminação de pontos críticos de abastecimento.

5) Não há áreas específicas de consumos baixos. Os consumos pequenos e grandes estão mesclados em todas as áreas da cidade.

É difícil, portanto, o estabelecimento de critérios para seleção dos medidos ou não medidos.

6) O estudo de aplicação de um modelo econômico desenvolvido no Capítulo 2 deste trabalho revela que, no caso da cidade de São Paulo, os resultados da aplicação em medidores são compensadores sob o ponto de vista econômico-financeiro.

7) 200 mil ligações novas na cidade, sem controle, poderiam acarretar uma elevação no consumo médio de 24 para 34 m³/lig./mês, o

que provocaria um volume desperdiçado de 2 milhões de m³/mês, valor esse bastante significativo para uma cidade onde a oferta é inferior à demanda.

8) Os gráficos A e B do Anexo 2-6 mostram que somente em 1980 as obras para ampliação da oferta propiciarão o equilíbrio entre esta e a demanda prevista.

Não controlar os novos consumidores significa permitir que a demanda projetada se eleve e, logicamente, correr o risco de que os consumos aumentem, alterando a demanda projetada. Conseqüentemente, os volumes disponíveis na oportunidade não estabeleceriam o equilíbrio previsto, o que só ocorreria em data posterior, exigindo novas obras de ampliação.

9) Possui a Sabesp hoje um bem estruturado sistema de medição, com pessoal altamente qualificado e motivado para operá-lo, atuando com rara eficácia, produzindo dados expressivos e permitindo melhores decisões.

10) A atual estrutura de tarifas da Sabesp para a cidade de São Paulo é a única, no Brasil, que permite cobrar de seus consumidores os volumes realmente consumidos, o que beneficia diretamente os consumidores de menor poder econômico.

6. ANEXOS

Relacionamos abaixo os dados estatísticos e trabalhos que serviram de base para este estudo, os quais fazem parte do Volume 2. (*)

1) Dados: frequências de consumo e histogramas de consumo das dezesseis cidades (catorze de São Paulo) utilizados no Capítulo 1.

2) Dados e informações da Sabesp, contendo: estatísticas, relatórios, gráficos, legislação, todas referidas neste trabalho, num total de dez subanexos.

3) "Determinación de la política optima para la instalación de medidores del agua", Dr. Carl R. Bartone, trabalho apresentado no XIV Congresso da AIDIS, realizado na Cidade do México, agosto de 1974.

4) "Programa Experimental de Hidromedición". Relatório técnico elaborado por equipe da Companhia Mineira de Águas e Esgotos — Copasa, em março de 1974.

5) "Medição e determinação de preços de água", eng. Ataulpho Coutinho. Palestra proferida em 1974, na cidade de Córdoba, Argentina.

(*) O volume 2 que contém os anexos não está sendo publicado. Encontra-se, porém, arquivado na biblioteca técnica da Sabesp, onde poderá ser consultado.

6) "La reducción del consumo de agua potable producida por la instalación de medidores", engenheiro Pablo Schkolnik, Uruguai.

7) "Política tarifária — Política de medição", Volume 5 do projeto apresentado pela Serete S.A. Engenharia, no Estudo Global de Viabilidade Técnica, Econômica e Financeira do Plano Estadual de Águas, para a Companhia Mineira de Águas e Esgotos — Copasa, em 1974.

8) "The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure", Charles W. Howe e F. P. Linaweaver Jr. (Water Resources Research).

9) "Perdas e desperdícios", estudo realizado pelo engenheiro Plínio Tomaz na cidade de Guarulhos, Estado de São Paulo.

10) Gráfico sobre consumos medidos, do estudo do engenheiro Walter Castagnino, realizado no Uruguai.

11) Comentários sobre os trabalhos feitos no 1.º Relatório, constantes destes Anexos de número 3 a 10.

12) "Desperdícios de água — Algumas observações", trabalho do engenheiro Luiz Carlos C. Menezes, realizado na cidade de Palmares, Estado de Pernambuco. Apresentado no IV Congresso da ABES, Recife, 1967.

13) "Plano de medição para serviço de abastecimento de água", parte do trabalho do engenheiro Jurandir M. Ricão, da FSESP.

14) "Análisis operacional — Plan de Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillados", Méxicó.

15) Gráficos sobre consumo e medição (cidades de São Paulo, Lima, Bogotá, Bucaramanga, João Pessoa) e dados de várias cidades norte-americanas.

16) Pareceres do engenheiro Saturnino de Brito, transcritos dos volumes VII e XVIII de suas "Obras Completas".

ANEXO I

PROJETO GERENCIAL 02/ADP/75

Início: 14/8/75

Término: 12/11/75

1. AREAS DE ATUAÇÃO

Diretorias de Planejamento, de Operação e Financeira, da Sabesp.

2. OBJETIVO

Definir a amplitude recomendável para a instalação de medidores em ligações prediais, de modo a atender aos aspectos econômicos e de controle de fornecimento:

a) na capital;

b) Nos demais sistemas do Estado.

O trabalho deverá conclusivamente indicar as vantagens e desvantagens de cada alternativa, de modo a possibilitar tomada de decisão pela Sabesp e conseqüente apresentação de parecer ao BNH, nos termos da alínea "a" da cláusula XIV do contrato de financiamento CTN 315/75, assinado em 23-7-75.

3. FORMA DE APRESENTAÇÃO

Relatório n.º 1: contendo a) súmula de estudos e pesquisas já realizados, particularmente no Brasil; b) comentário geral a respeito; c) conclusões preliminares aplicáveis a cada um dos casos previstos no item 2; d) em anexo, cópias do material bibliográfico consultado.

Prazo: 29-9-75.

Relatório n.º 2: contendo análise detalhada do problema e conclusões finais, nos aspectos técnico-operacionais e econômico-financeiros.

Prazo: 28-10-75.

Relatório n.º 3: Final.

Prazo: 12-11-75.

4. METODOLOGIA

4.1 Obter cópias de estudos e pesquisas realizados, através de consultas ao BNH, empresas de saneamento do país, centros de estudo e pesquisa e organizações internacionais (OPS, CEPIS, BIRD, BID, USAID).

4.2 Reunir dados existentes na Sabesp.

4.3 Analisar a documentação técnica obtida, bem como os dados próprios da Sabesp.

4.4 Preparar uma súmula a respeito, para ser examinada e discutida em reunião com a equipe técnica consultiva.

4.5 Catalogar e consolidar as conclusões obtidas por consenso, nessas reuniões.

4.6 Preparar o Relatório n.º 1, a ser apreciado pela Diretoria.

4.7 A partir das diretrizes aprovadas pela Diretoria, prosseguir os estudos com a contribuição de dados adicionais, bem como efetuar uma análise detalhada do problema nos aspectos técnico-operacionais e econômico-financeiros.

4.8 Obter contribuições finais da equipe técnica consultiva, mediante novas reuniões.

4.9 Preparar o Relatório n.º 2, a ser apreciado pela Diretoria.

4.10 Preparar o Relatório n.º 3.

5. RECURSOS

O projeto será supervisionado diretamente pelo presidente e contará com a colaboração de todas as diretorias, cabendo a coordenação geral ao diretor de Planejamento.

5.1 Coordenador Executivo

Eng.º Abrahão Fainzilber

5.2 Consultores

Eng.º Luiz Augusto de Lima Pontes

Eng.º Benoit de Almeida Victoretti

Eng.º Ivanildo Hespagnol

Econ. Carl Bartoni (OPS)

Eng.º Giuliano Giacomo Felippo Giavina-Bianchi

5.3 Equipe Técnica

Eng.º Wolfgang Guilherme Wiendl

Eng.º Antonio Carlos Marques Mattos

Eng.º Luiz Cunha Andrade

Eng.º Sérgio Augusto Caporali

Eng.º Antonio Carlos Parlatore

Eng.º Bento Gonzaga Cesar Filho

Econ. Milton Mônico

5.4 Colaboração Eventual de

Eng.º José Joaquim Assumpção Neto

Eng.º Walter Pel Picchia

Eng.º Alvaro Londoño

5.5 Entidades a serem consultadas

BNH, ABES, empresas de saneamento, BIRD, BID, OPS, CEPIS, USAID.



noticiário

MANUTENÇÃO PREVENTIVA NOS SISTEMAS PRODUTORES: NOVA FILOSOFIA DA SABESP

Dando continuidade ao programa de manutenção preventiva de suas instalações e equipamentos de produção, adução e distribuição de água, a Sabesp, por meio de sua Diretoria de Operação, procedeu, na última sexta-feira, à paralisação do Sistema Guarapiranga, por seis horas, para que quinhentos homens das equipes de manutenção e operação inspecionassem todos os componentes daquela unidade.

A medida foi posta em prática para garantir continuidade de operação daquele sistema e faz parte de um conjunto de providências destinadas a aumentar a confiabili-

dade de todo o complexo produtor e distribuidor de água da Grande São Paulo.

A paralisação do Guarapiranga acarretou reflexos no abastecimento de áreas da cidade, mas foi feito no fim de semana para que os prejuízos à população fossem os menores possíveis, porquanto no sábado e domingo a demanda de água é reduzida.

Operações de manutenção preventiva, como a que a Sabesp realizou com todo o rigor técnico, servem para evitar paralisações por acidentes. Estas demandam, na maioria das vezes, maior trabalho e tempo mais longo, com danos mais sérios para o abastecimento.

Embora de curta duração, a paralisação do Sistema Guarapiranga afetou o abastecimento de áreas localizadas principalmente nas zonas sul e centro da cidade, ambas sob influência desse sistema produtor, incluindo Santo Amaro, Indianópolis, Jabaquara, Ibirapuera, Saúde, Ipiran-

ga, Vila Prudente, Vila Mariana, Aclimação, Cambuci, Liberdade, Bela Vista, Consolação, Santa Cecília, Santa Ifigênia, Perdizes, Lapa, Vila Madalena, Pinheiros, Jardim América, Jardim Europa, Jardim Paulista e Cerqueira César.

"No futuro, a paralisação de um sistema como o do Guarapiranga não deverá provocar falta de água generalizada, pois a Sabesp vem procedendo a obras no Sistema Adutor Metropolitano (SAM), que visam a interligar os sistemas produtores de tal forma que, quando da paralisação de um deles, água oriunda de outro sistema será enviada à região prejudicada", explicou o engenheiro Sérgio Bisordi, diretor de Operação da Sabesp.

"Por ora, isso não é totalmente possível" continuou. "Entretanto, boa parte da região servida pelo Sistema Guarapiranga foi suprida, na emergência, com água do Sistema Cantareira."