

# A empresa e o programa de micromedição

MARIO PERO TINOCO  
Engenheiro, Diretor de Planejamento da Sabesp.

MASATO TERADA  
Engenheiro, Assistente Executivo da Diretoria  
de Planejamento da Sabesp.

LORIMEL BRANDÃO DOS REIS  
Economista, Assessor de Planejamento do Departamento  
de Planejamento Econômico da Sabesp

**A** micromedição, quando enfocada do ponto de vista empresarial, é recomendável para todas as ligações, independentemente de seu nível de consumo, como forma de racionalizar o uso dos serviços públicos de saneamento básico, reduzir custos de produção de água e obter receitas adicionais.

A busca de eficiência na alocação de recursos, principalmente em se tratando de uma empresa de prestação de serviços públicos, é um objetivo que deve ser permanentemente perseguido. Na medida em que o processo de urbanização do País exige recursos crescentes para o equacionamento dos serviços públicos de Saneamento Básico, de modo a garantir um nível razoável de saúde pública, a micromedição das ligações associada a uma estrutura tarifária adequada é instrumento importante para racionalizar o uso dos serviços de Saneamento Básico.

Com a micromedição, os usuários deixam de utilizar a água potável para fins menos nobres e eliminam os desperdícios corrigindo as suas instalações hidráulicas internas. Para a entidade prestadora dos serviços, a micromedição se traduz em benefícios financeiros líquidos pela redução de custos — principalmente de produtos químicos, energia elétrica e de obras de expansão — e proporciona uma receita adicional, relativa ao faturamento do volume que excede ao da conta mínima.

A discussão em torno de qual deve ser o nível ótimo de micromedição teve um encaminhamento interessante a partir do trabalho de Nucci<sup>(1)</sup>. Nele são enfocados os aspectos relativos aos benefícios privados e sociais associados à micromedição. Do ponto de vista dos benefícios privados o estudo demonstra, para pequenas localidades, que o nível de micromedição deve ser de 100% das ligações. Porém, do ponto de vista da sociedade, tal nível deve ser inferior a 100%, mas exigiria o desenvolvimento de procedimentos operacionais e critérios seletivos para a instalação de hidrômetros, capazes de assegurar o tratamento isonômico dos usuários e não elevar o nível de desperdícios.

A priori, o benefício privado máximo da micromedição seria obtido não medindo as ligações dos usuários com consumo na faixa de mínimo, os quais pagam uma conta mínima fixa para qualquer consumo dentro da faixa. No entanto, a identificação desses usuários e o acompanhamento de seus hábitos de consumo exigiria algum processo, mesmo que indireto, de medição periódica para confirmar a permanência ou não de suas condições iniciais de consumo. Alternativamente, a não medição do consumo conduziria à adoção de limitadores do consumo cuja eficácia no atendimento do princípio de isonomia e racionalização do uso dos serviços não está plenamente comprovada.

A existência de sistemas parcialmente medidos levaria, via de regra, a um desgaste da entidade prestadora do serviço, pois

poder-se-ia ter usuários próximos, com idênticos consumos e condições socioeconômicas, tratados de modo diferenciado quanto ao pagamento da conta, o que geraria, inevitavelmente, reclamações. Além disso, esta situação pode criar evasão de receitas por empréstimo indevido de água da ligação não medida para a medida, quando são limítrofes.

A partir destes fatos e tendo em vista a estrutura e princípios tarifários que norteiam as Companhias de Saneamento Básico e, também, os preços elevados dos insumos intermediários para a produção de água e posterior coleta e tratamento dos efluentes, o presente estudo visa quantificar, através da análise de custo e benefício, a partir de dados da realidade da Sabesp, os benefícios líquidos privados médios, por ligação, oriundos da instalação de um hidrômetro.

## METODOLOGIA E RESULTADOS

Os principais custos quantificáveis associados à instalação de um hidrômetro se referem a aquisição, instalação, leitura, manutenção e erro médio de medição do hidrômetro. Por seu turno, os benefícios correspondem à redução do uso de produtos químicos e energia elétrica e aumento da receita. Qualquer redução no nível de investimento pelo melhor aproveitamento das obras não será considerada na presente análise.

Os benefícios serão quantificados por tipo de comunidade, considerando os postos de operação (pequenas comunidades), seccional (comunidades médias) e gerência divisional (comunidades grandes). Por sua vez, os custos serão calculados de forma uniforme para todas as comunidades. Os dados para esta quantificação foram coletados na Sabesp — Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, referentes ao primeiro semestre de 1987.

### Custos

Consideram-se os custos fixos e os custos variáveis da colocação e funcionamento de um hidrômetro. Os custos fixos decorrem da aquisição e instalação do medidor, os quais são realizados no ato da colocação do hidrômetro. Por seu turno, as variáveis ocorrem anualmente durante o período de vida útil do medidor, assumido como sendo de 10 anos. Tais custos são a leitura do hidrômetro e a perda de receita por erro médio de medição do hidrômetro. Foi imputado, também, o custo de manutenção, que ocorre uma única vez depois de cinco anos de instalado o medidor.

$$CF_o = CA_o + CL_o + CAD_o^{(1)}$$

$$CV_i = CL_i + EM_i + CM_i^{(2)}$$

Onde:

$CF_o$  = custo fixo ou de investimento;

$CA_o$  = custo de aquisição do hidrômetro de 3m<sup>3</sup>/h;

$CL_o$  = custo de instalação, incluindo mão-de-obra, material e transporte; obtido mediante pesquisa junto às Superintendências Regionais da Sabesp, a partir de tempos padrões; o custo refere-se à colocação de um hidrômetro numa ligação nova.

$CAD_o$  = custos indiretos de administração; considera-se 20% dos custos de aquisição e instalação;

$CV_i$  = custos variáveis;

$CL_i$  = custo anual de leitura do hidrômetro obtido a partir do salário e a produtividade média do leiturista (300 leituras/dia);

$EM_i$  = erro de medição anual corresponde a perda de receita pelo fato de o hidrômetro medir um consumo menor em relação ao consumo real; o valor é variável por tipo de cidade, em função do consumo mensal; o erro foi estimado pela Superintendência de Manutenção da Sabesp;

CM<sub>s</sub> = custo de manutenção preventiva; inclui despesas diretas e indiretas da retirada e troca de hidrômetro no ramal predial (mão-de-obra, material e transporte) e a troca do kit na oficina da Sabesp(\*).

i = 1, 2, 3, ..., 10 anos anos (vida útil do hidrômetro)

A tabela n.º 1 mostra os valores básicos dos custos considerados no presente estudo.

**TABELA 1**  
**Os custos associados à micromedidação**  
**(a preços de setembro de 1987)**

Descrição	Cz\$
1. custo de aquisição = ano-base	2.185,00
2. custo de instalação — ano-base	113,00
3. custo indireto — ano-base	460,00
4. custo de leitura — anual	36,00
5. custo de manutenção — ano 5	600,00
6. erro de medição	
• posto de operação — erro 6,5%	53,47
• seccional — erro 4%	49,87
• gerência divisional — erro 4%	46,06

### Benefícios

Os benefícios totais correspondem à redução das despesas com produtos químicos e energia elétrica e aumento de receita. Os benefícios foram calculados por tamanho de cidade, conforme classificação já apontada. No caso da redução de despesas, o cálculo foi diferenciado por tipo de tratamento de água. Considerou-se dois tipos de tratamento: um, que considera apenas a desinfecção da água (tratamento I), outro que considerou a floculação, decantação, filtração e desinfecção (tratamento II).

$$BT_{ij} = (RDQ)_{ij} + (RDE)_{ij} + (RA)_{ij}$$

onde:

(BT)<sub>ij</sub> = Benefício total do ano i, na localidade j;

(RDQ)<sub>ij</sub> = Redução de despesas com produtos químicos no ano i, na localidade j;

(RDE)<sub>ij</sub> = Redução de despesas com energia elétrica no ano i, na localidade j;

(RA)<sub>ij</sub> = Aumento da receita no ano i, na localidade j;

i = 1, 2, 3, ..... 10 anos

j = 1, 2, 3, ..... tipos de localidades

### Redução das despesas com produtos químicos

Inicialmente, para obter a redução das despesas com produtos químicos (DPQ<sub>j</sub>) por tipo de comunidade, estimou-se os parâmetros da função DPQ<sub>j</sub> = f (VP<sub>j</sub>; TT<sub>j</sub>; ui)<sup>(\*\*)</sup>, pelo método dos mínimos quadrados, da análise de regressão linear múltipla<sup>(2)</sup>. O resultado das estimativas consta da tabela n.º 2.

As regressões foram estimadas com especificação (L<sub>n</sub> - L<sub>n</sub>), cujos resultados estatísticos conforme teste de "t" e coeficiente de determinação "R<sup>2</sup>" mostram-se extremamente significativos.

Substituindo-se nas funções da tabela n.º 2 o volume médio produzido por localidade<sup>(\*\*\*)</sup> e dividindo-se o resultado pelo mesmo volume, obtém-se o custo por m<sup>3</sup> produzido de água, por tipo de tratamento. Multiplicando-se a redução de volume produzido de água esperado por ligação pelo custo médio estimado, tem-se o benefício esperado por tipo de localidade. Os resultados constam da tabela n.º 3.

Cumprir destacar, adicionalmente, que o procedimento utilizado nas favelas de medir o consumo e cobrar a conta mínima, funciona, na prática, como se a ligação não tivesse hidrômetro.

**TABELA 2**  
**Parâmetros das funções para estimar as despesas com produtos químicos**

Variáveis	N.º de Observações	Constante	Volume Produzido (VP)		Tipo de Tratamento (TT)		R <sup>2</sup>	F <sub>C</sub>
			Valor do Parâmetro	"t" Calculado	Valor do Parâmetro	"t" Calculado		
Comunidades								
Posto de operação	26	(1,35755)	0,477037	1,94678	0,858057	5,89179	73	30,9
Seccional	13	(4,85743)	1,12872	4,76887	0,820232	4,23055	78	17,6
Gerência Divisional	14	(7,68096)	1,42220	4,49081	0,952384	3,57882	82	25,3

(\*) O custo de retirada do hidrômetro foi estimado através de tempos médios observados na Região Metropolitana de São Paulo.

(\*\*) onde DPQ<sub>j</sub> = despesas com produtos químicos na localidade j; VP<sub>j</sub> = volume produzido de água na localidade j; TT<sub>j</sub> = tipo de tratamento na localidade j e ui = variável aleatória. A variável TT<sub>j</sub> assume o valor 1 para o tratamento I e 10 para o tratamento II.

(\*\*\*) Volume médio produzido por comunidade (10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>) — 1.º semestre/87

	Tratamento I	Tratamento II
Posto de operação	121	198
Seccional	1.344	1.591
Gerência Divisional	1.756	4.454

Fonte: Relatório de dados operacionais da SDP.

**DAE**

Tomou-se este valor médio para representar as ligações não medidas por ser o único atualmente disponível.

Sendo as ligações das favelas, em geral, de diâmetro mínimo e seus habitantes de baixa renda, tal indicador deve ser tomado como o limite mínimo de consumo para a economia sem hidrômetro.

### Redução das despesas com energia elétrica

Da mesma forma como se procedeu com as despesas com produtos químicos, estimou-se os parâmetros da função  $DEE_j = f(VP_j; TT_j; U_j)$ , onde  $DEE_j$  = Despesas com energia elétrica na localidade  $j$ (\*\*\*\*). Os resultados encontram-se na tabela n.º 4.

Os parâmetros associados à variável tipo de tratamento são pouco significativos para a regressão, principalmente com relação ao tipo de localidade Gerência Divisional.

O sinal negativo desta variável mostra que para o tratamento I, onde predominam os poços profundos, como fonte de captação, ocorre uma elevação de consumo de energia elétrica relativamente ao tratamento II, onde predominam as estações de tratamento.

Substituindo-se nas funções o volume médio produzido por localidade e dividindo-se o resultado pelo mesmo volume(\*\*\*\*) obtém-se a redução de custos por economia, apresentados na tabela n.º 5.

### Aumento da Receita

Quando as ligações são medidas os usuários passam a pagar o volume que excede a conta mínima, de acordo com as respectivas tarifas de excesso, o que não ocorre nas ligações sem hidrômetro.

TABELA 3

**Benefício estimado devido à redução das despesas com produtos químicos no tratamento (a preços de setembro/87)**

Descrição	custo médio Cz\$/m <sup>3</sup>		redução de volume produzido m <sup>3</sup> /econ/ mês(C)	Redução de despesas/ano (Benefícios) — Cz\$	
	Tratamento I (A)	Tratamento II (B)		Tratamento I (D) = (A)x(C)x12	Tratamento II (E) = (B)x(C)x12
Posto de operação	0,0373	0,2087	13,3	5,96	33,31
Seccional	0,0350	0,2370	10,7	4,49	30,43
G. Divi- Divisional	0,0193	0,2564	10,1	2,34	31,08

OBS.: (A) e (B) — Estimou-se o custo por m<sup>3</sup> produzido a preços médios do 1.º semestre/87. A atualização para preços de setembro/87 foi obtida de acordo com o IGP-DI da FGV.

(C)  $V = (VEF - VEC)$ , onde: V = Redução do volume produzido por economia;  
VEF = volume medido por economia nas favelas da RMSF (média do período janeiro a agosto/87 = m<sup>3</sup>/mês); VEC = volume médio consumido por economia medida (não se considera as perdas dos sistemas)

TABELA 4

**Parâmetros das funções para estimar as despesas com energia elétrica**

Variáveis	N.º de Observações	Constante	Volume Produzido (VP)		Tipo de Tratamento (TT)		R <sup>2</sup> %	F <sub>C</sub>
			Valor do Parâmetro	“t” Calculado	Valor do Parâmetro	“t” Calculado		
Comunidades								
P. Operação	26	(1,67765)	1,19547	6,37377	(0,166363)	(1,49239)	65	21,6
Seccional	13	(0,21308)	0,968199	4,77741	(0,242823)	(1,46267)	77	13,9
G. Divisional	14	(0,756535)	1,01415	5,74998	(0,063766)	(0,430235)	77	18,0

(\*\*\*\*)Considerou-se as despesas totais de energia na produção de água, as quais incluem as despesas de luz que são pouco significativas.

A partir do volume médio medido, por economia e por tipo de comunidade estimou-se a receita adicional, considerando as tarifas da Companhia relativas ao mês de setembro/87. O resultado da estimativa consta da tabela n.º 6.

### Benefícios líquidos e taxa interna de retorno

Os benefícios líquidos médios anuais (BL<sub>i</sub>) da instalação de um hidrômetro, correspondem à diferença entre os benefícios e custos adicionais. No ano zero o benefício líquido é negativo, pois nele se concentra todo o ônus da aquisição e instalação do medidor. Já nos demais anos os benefícios são positivos.

A tabela n.º 7, composta a partir das tabelas n.ºs 1, 3, 5 e 6, mostra o benefício de instalar um hidrômetro, por comunidade e tipo de tratamento de água, inclusive o cálculo da taxa interna de retorno, implícita na instalação no hidrômetro.

A taxa interna de retorno de um investimento é a taxa de desconto esperada que iguala o valor presente do fluxo de benefícios líquidos a zero durante a vida útil do empreendimento.

Assim:

$$CF_0 = \frac{BL_1}{(1+r)^1} + \frac{BL_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{BL_9}{(1+r)^{n-1}} + \frac{BL_{10}}{(1+r)^n} \text{ ou}$$

$$CF_0 = \frac{BL_1}{(1+r)^1} + \frac{BL_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{BL_9}{(1+r)^{n-1}} + \frac{BL_{10}}{(1+r)^n} - CF_0 = 0$$

BL<sub>1</sub> = Benefício líquido anual;

n = Vida útil do empreendimento = 10 anos

CF<sub>0</sub> = Investimento na aquisição e instalação do hidrômetro

r = Taxa interna de retorno ou de desconto esperada

No cálculo não se considerou o valor residual do hidrômetro no final da vida útil que corresponde à sua carcaça.

A análise dos resultados da tabela n.º 7 mostra uma expres-

**TABELA 5**

**Benefício estimado devido à redução das despesas com energia elétrica (a preços de setembro/87)**

Descrição	custo médio Cz\$/m <sup>3</sup>		redução de volume produzido m <sup>3</sup> /econ/mês (C)	Redução de despesas/ano (Benefícios) — Cz\$	
	Tratamento I (A)	Tratamento II (B)		Tratamento I (D) = (A)x(C)x12	Tratamento II (E) = (B) = (C)x 12
Posto de Operação	0,8523	0,6398	13,3	136,03	102,11
Seccional	1,1482	0,6529	10,7	147,43	83,83
G. Divisional	0,9319	0,8153	10,1	112,95	98,81

Obs.: Vide observações da tabela n.º 3.

**TABELA 6**

**Receita adicional proveniente da micromedição (a preços de setembro/87)**

DESCRIÇÃO	VOLUME m <sup>3</sup> /econ/mês (A)	VOLUME ADICIONAL (m <sup>3</sup> /econ/mês) e tarifa (Cz\$/m <sup>3</sup> )		RECEITA ADICIONAL Cz\$/Ano		
		2.ª FAIXA (B)	3.ª FAIXA (C)	2.ª FAIXA (D)	3.ª FAIXA (E)	TOTAL D + E
P. Operação						
— Volume	18,7	8,7	—			
— Tarifa	—	7,88	—	822,67	—	822,67
Seccional						
— Volume	21,9	10,0	1,9			
— Tarifa	—	7,88	13,21	945,60	301,19	1.246,79
G. Divisional						
— Volume	21,3	10,0	1,3			
— Tarifa	—	7,88	13,21	945,60	206,08	1.151,68

Obs.: (B) e (C) O volume adicional é a diferença entre o volume da coluna A e o volume mínimo (10m<sup>3</sup>/mês). As tarifas são as residenciais aplicadas no Interior.

(D) e (E) A receita adicional anual foi obtida multiplicando-se em cada faixa o volume adicional por 12 meses e respectiva tarifa.

**TABELA 7**  
**Benefícios líquidos de instalar um hidrômetro.**

A N O S													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tx. Int. deret. (%)	A.1.
<b>TRATAMENTO I</b>													
• Posto de Operação	(2.758,00)	875,19	875,19	875,19	875,19	275,19	875,19	875,19	875,19	875,19	875,19	27	21
• Benefícios	—	964,66	964,66	964,66	964,66	964,66	964,66	964,66	964,66	964,66	964,66	—	—
• Custos	2.758,00	89,47	89,47	89,47	89,47	689,47	89,47	89,47	89,47	89,47	89,47	—	—
• Seccional	(2.758,00)	1.309,24	1.309,24	1.309,24	1.309,24	1.309,24	1.309,24	1.309,24	709,24	1.309,24	1.309,24	45	36
• Benefícios	—	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	1.398,71	—	—
• Custos	2.758,00	89,47	89,47	89,47	89,47	689,47	89,47	89,47	89,47	89,47	89,47	—	—
• Gerência Divisional	(2.758,00)	1.177,50	1.177,50	1.177,50	1.177,50	577,50	1.177,50	1.177,50	1.177,50	1.177,50	1.177,50	39	32
• Benefícios	—	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	1.266,97	—	—
• Custos	2.758,00	89,47	89,47	89,47	89,47	689,47	89,47	89,47	89,47	89,47	89,47	—	—
• TRATAMENTO II													
• Posto de Operação	(2.758,00)	868,62	868,62	868,62	868,62	268,62	868,62	868,62	868,62	868,62	868,62	27	21
• Benefícios	—	958,09	958,09	958,09	958,09	958,09	958,09	958,09	958,09	958,09	958,09	—	—
• Custos	2.758,00	89,47	89,47	89,47	89,47	689,47	89,47	89,47	89,47	89,47	89,47	—	—
• Seccional	(2.758,00)	1.271,58	1.271,58	1.271,58	1.271,58	671,58	1.271,58	1.271,58	1.271,58	1.271,58	1.271,58	43	35
• Benefícios	—	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	1.361,05	—	—
• Custos	2.758,00	89,47	89,47	89,47	89,47	689,47	89,47	89,47	89,47	89,47	89,47	—	—
• Gerência Divisional	(2.758,00)	1.192,10	1.192,10	1.192,10	1.192,10	592,10	1.192,10	1.192,10	1.192,10	1.192,10	1.192,10	40	32
• Benefícios	—	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	1.281,57	—	—
• Custos	2.758,00	89,47	89,47	89,47	89,47	689,47	89,47	89,47	89,47	89,47	89,47	—	—

A.1 — Considerou-se um aumento de 20% no custo de aquisição e instalação de hidrômetro.

siva taxa interna de retorno, oriunda da instalação de um hidrômetro, bem superior às taxas de juros reais dos empréstimos para o setor, evidenciando ser extremamente viável a instalação de hidrômetros nas ligações. (\*\*\*\*)

Este resultado decorre do substancial ganho médio de receita com o serviço de água, de acordo com valores tarifários vigentes na Sabesp e acréscimo médio do volume faturável em relação ao volume mínimo.

Cabe considerar que não são desprezíveis os ganhos relativos à redução de custos com produtos químicos e energia elétrica. No entanto, é importante destacar que, mesmo numa situação de equilíbrio tarifário (custo = receita), a redução líquida de despesa poderá ser transferida para o usuário através de uma tarifa média menor. Já numa situação de déficit tarifário, a instalação de hidrômetro não deixa de contribuir para a sua solução.

O resultado da tabela mostra que os hidrômetros devem ser instalados em primeiro lugar nas cidades médias e grandes e, em seguida, nas pequenas, de modo a maximizar o retorno financeiro líquido para a Companhia.

Por outro lado, o tipo de tratamento de água não muda significativamente o resultado final. Existe uma compensação interna nas despesas com produtos químicos e energia elétrica, embora no nível de cada produto individualmente as diferenças são consideráveis (vide tabelas n.ºs 3 e 5). Somente significativas alterações de preços relativos introduziram alguma mudança notável, no presente resultado.

### CONCLUSÕES GERAIS

A presente análise confirma trabalho anteriormente realizado, evidenciando que a micromedição, quando enfocada do ponto de vista empresarial, é recomendável para todas as ligações, independentemente de seu nível de consumo, como forma de racionalizar o uso dos serviços públicos de saneamento

básico, reduzir custos de produção de água e obter receitas adicionais.

Adicionalmente, cabe ressaltar que 100% de micromedição permite que os usuários com o mesmo consumo sejam tratados de forma idêntica, evitando desse modo a existência de atritos com a entidade prestadora de serviço, que ocasiona, invariavelmente, um sistema parcialmente medido, além de evitar a evasão de receitas.

Os resultados do estudo têm como premissas básicas hábitos de consumo de usuários da Sabesp, sua estrutura tarifária e níveis de produtividade; os preços relativos dos produtos químicos, energia elétrica e hidrômetro. Não restam dúvidas que alterações substanciais nestes parâmetros conduzem à revisão dos resultados do presente estudo.

Os benefícios apontados na presente análise constituem-se num limite mínimo, pois não foram incluídas as receitas adicionais relativas aos esgotos, quando as residências são servidas com o serviço. De acordo com o sistema tarifário da Sabesp, a receita adicional de água seria multiplicada por 2 na RMSP e Baixada Santista e 1,8 no Interior. Além disso, não se consideraram também a redução do custo de investimentos pela postergação das obras na produção de água e um dimensionamento menor do sistema de coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, que a micromedição deve proporcionar.

### REFERÊNCIAS

- 1 — Nucci, Nelson L. R. Rodrigues, E. Américo e Reis, Lorimel B. — *Modelo para determinação do nível ótimo de micromedição. Enfoque privado e social — um estudo de caso — "In" revista DAE — Vol. 45 — n.º 142 — Setembro/85.*
- 2 — Wonnacott/Wonnacott — *Econometria* — Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

\*\*\*\* Um empreendimento é considerado viável quando a sua taxa interna de retorno é superior à taxa de juros de mercado ( $r_i$ ), onde  $i$  = taxa de juros de mercado.