

Modelo para a determinação do nível ótimo de micromedição. Enfoque privado e social - um estudo de caso

Nelson L. R. Nucci (1)
Ernesto A. Rodrigues (2)
Lorimel B. Reis (3)

1 Introdução

As decisões quanto à implementação de programas de micromedição em sistemas de abastecimento de água têm sido acompanhadas, quase que sistematicamente, da já tradicional e acalorada discussão sobre as vantagens e desvantagens de se ter um sistema total ou parcialmente medido.

A literatura existente sobre o assunto tem focado múltiplos aspectos, dentre os quais merecem especial destaque os seguintes: os relativos às vantagens de um sistema totalmente medido em face de aspectos normativos da fixação de tarifas de água e esgotos e aqueles que têm como objetivo precípuo a aplicação da análise econômica de custos e benefícios em programas de micromedição.

As abordagens mais usuais, a exemplo das que foram desenvolvidas por Ringskog (1) e Albuquerque/Lima (2), têm sido, em geral, conduzidas no sentido de avaliar economicamente a implantação dos programas de forma global, sem a preocupação de identificar os níveis ou graus de micromedição que otimizem os resultados.

O fato de um programa de micromedição, submetido a uma análise de benefício-custo total, mostrar-se economicamente viável, não garante que a sua implantação conduza a uma otimização dos resultados. O programa, como um todo, pode apresentar benefícios totais maiores que os custos totais, sendo, pois, recomendável a sua implantação. Porém, quando submetido a uma análise marginal, esta indica que apenas parte do programa deva ser executada, parando-se no ponto em que o benefício incremental de se au-

mentar a micromedição se iguale ao custo incremental de fazê-lo.

Essa análise benefício-custo pode ainda ser elaborada segundo dois enfoques diferentes: um privado e outro social ou público. Tradicionalmente, o primeiro é o que tem prevalecido na abordagem do problema. Todavia, tendo em vista que os serviços de saneamento básico se encontram, via de regra, sob a responsabilidade direta do poder público, através das autarquias ou das companhias estaduais de saneamento, é de fundamental importância que as decisões quanto à alocação de recursos levem em consideração uma análise dos empreendimentos do ponto de vista da sociedade, uma vez que uma alocação ótima do ponto de vista privado nem sempre é coincidente com a alocação mais eficiente do ponto de vista social. Daí a necessidade de se focar o problema de micromedição também segundo a ótica pública da análise benefício-custo.

O escopo do presente estudo é apresentar uma breve discussão sobre o problema da micromedição, com ênfase na formulação e aplicação de um modelo de análise benefício-custo para determinar o nível ótimo dos pontos de vista privado e público. A aplicação do modelo é simulada a casos concretos de municípios de pequeno porte do Estado de São Paulo, com sistemas operados pela Sabesp. Por fim, comentar os resultados procurando extrair conclusões e recomendações para aplicação deste modelo aos programas de implantação de micromedidores.

2 Benefícios e custos associáveis à micromedição

2.1 Benefícios

Os benefícios associados aos programas de micromedição podem, de for-

ma geral, ser classificados em tangíveis e intangíveis.

Dentre os benefícios tangíveis enumeram-se os seguintes:

a) Redução de custos de operação e manutenção (por exemplo: energia elétrica, produtos químicos etc.) nos sistemas existentes, em decorrência de menor necessidade de produção de água e de coleta e tratamento de esgotos (se existir o serviço), uma vez que, num sistema progressivo de tarifação do consumo, a micromedição, invariavelmente, eleva o preço médio para o usuário, induzindo-o a uma maior racionalização do consumo com eliminação de virtuais usos menos essenciais do ponto de vista sanitário;

b) Retardamento dos investimentos futuros de água e esgotos e redução do seu montante, devido à redução da demanda que a micromedição enseja;

c) Aumento de receita proveniente das ligações onde o consumo medido leva a tarifas maiores do que a taxa fixa inicialmente vigente. Se o usuário desta ligação for atendido também pelos serviços de esgotos, o benefício será ainda maior, pois será aumentada também a receita de esgotos.

Deve-se notar que os dois primeiros se constituem em benefícios a considerar tanto sob o aspecto público quanto privado do problema, pois representam uma economia de recursos para a Companhia e para a sociedade. O terceiro, por sua vez, trata-se apenas de um benefício privado, auferido pela Companhia ou órgão prestador do serviço de saneamento. Para a sociedade como um todo a cobrança de uma tarifa constitui-se numa mera transferência, uma vez que o benefício da companhia é idêntico ao custo para o usuário, havendo pois uma compensação.

A avaliação destes benefícios tangíveis pode ser feita pelo cômputo do

(1) Diretor de Planejamento da Sabesp e professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Epusp.
(2) Economista da Sabesp/DP/SPE/DPE
(3) Economista da Sabesp/DP/SPE/DPE

valor presente (ou equivalente uniforme) dos fluxos de custos indicados nos itens a e b anteriores e, caso o enfoque seja privado, do fluxo de receitas explicitadas no item c respectivamente com e sem a micromedicação.

Uma simplificação usual desse cálculo, feita em razão da dificuldade em se dispor dos referidos fluxos, é utilizar-se expressões do tipo:

$$B = c\Delta v + \Delta R$$

onde:

B = Benefícios (Cr\$/econ-mês) — da implantação ou do aumento do nível de micromedicação;

c = Custo incremental (Cr\$/m³) (operação e manutenção + capital) da oferta adicional de sistema de abastecimento (no caso de existir apenas sistema de abastecimento de água) ou dos sistemas de água e esgotos quando este último existe ou está previsto

Δv = Redução do volume consumido decorrente da micromedicação — (m³/econ-mês)

ΔR = Aumento de receita decorrente da implantação ou aumento do nível de micromedicação. (Cr\$/econ-mês) considerado apenas no enfoque privado.

A validade desta simplificação, no caso dos custos, está limitada à possibilidade de admitir-se que a sequência de investimentos futuros e portanto o custo incremental não seja significativamente afetada pela redução da demanda como destacam Middleton et al. (3).

Os demais benefícios comumente relacionados à micromedicação são quase sempre intangíveis, cabendo destacar os seguintes:

a) A medição da totalidade das ligações cria condições para alocar equitativamente os custos dos serviços entre os usuários de acordo com o respectivo grau de consumo ou de participação no custo, assegurado o acesso de todos os usuários ao consumo mínimo sanitariamente recomendável.

b) A medição da totalidade das ligações permite obter um maior número de informações por tipo de usuário e por faixa de consumo, o que possibilita a aplicação com maior segurança

do sistema de subsídios para os usuários de menor consumo, bem como para o estabelecimento de tarifas, as mais justas possíveis;

c) A implantação de sistemas com medição parcial (ligações com e sem hidrômetros) sem cuidados adicionais pode acarretar uma distribuição injusta dos custos entre os usuários se penalizar diferentemente usuários com o mesmo nível de consumo;

d) Nos sistemas sem medição ou parcialmente medidos, as zonas de conta mais alta e posições desfavoráveis podem, em ocorrendo desperdícios, apresentar déficit no abastecimento, criando a necessidade de se ter um regime operacional intermitente, sabidamente prejudicial, tanto por aspectos técnicos, como sanitários. A medição favorece a correção deste problema.

Neste sentido é importante destacar vários aspectos peculiares à Legislação Tarifária Federal em vigor (Lei n.º 6.528, de 11-05-78 e Decreto n.º 82.587 e 6-11-78). De acordo com a citada legislação fica estabelecido que as tarifas dos serviços de água e esgotos das companhias estaduais obedecem ao regime do serviço pelo custo, sendo diferenciadas por categoria de consumidores (residenciais, comerciais, industriais e públicos) e dentro de cada categoria, por faixa de consumo. Este sistema de tarifação visa à obtenção de uma tarifa média que possibilite o equilíbrio econômico-financeiro das companhias estaduais de saneamento, em condições eficientes de operação e garanta um subsídio dos usuários de maior para os de menor poder aquisitivo, assim como dos grandes para os pequenos consumidores.

Provavelmente esses aspectos e a ausência de análises mais aprofundadas têm sido os responsáveis pela prática mais corrente, entre nós, de considerar a micromedicação total como desejável.

2.2 Custos

Segundo a incidência, os custos da micromedicação podem ser associados ao órgão prestador de serviços de saneamento (empresa, serviço autônomo ou autarquia) ou ao usuário do sistema de água e/ou esgotos.

Os custos que incidem sobre o prestador do serviço são em geral tangíveis, facilmente identificáveis e computáveis para efeito de avaliação dos programas de micromedicação, resumindo-se à aquisição, instalação, manutenção e leituras dos hidrômetros, os quais devem ser computados sempre em valor presente (ou equivalente uniforme). Estes custos em última instância serão repassados aos usuários diretamente, se cobrada a ligação e, indiretamente, se transferidos para as tarifas.

Incidem sobre os usuários dois tipos de custos. Os custos de reparos e manutenção das instalações prediais internas para evitar os desperdícios que oneram a conta nas economias micromedidas e os decorrentes do impedimento do acesso aos benefícios que seriam usufruídos pelo usuário com o sobrevolume de consumo proporcionado pela ausência da micromedicação.

O cômputo do primeiro depende da existência de estatísticas confiáveis e o do segundo, do conhecimento da curva de demanda ou da elasticidade-preço da demanda dos usuários a serem atingidos pela micromedicação.

Frequentemente admite-se que os custos que oneram o usuário sejam de pequena monta e, conseqüentemente, desprezados. Possivelmente mais por dificuldades de seu cômputo do que por evidências efetivas. Como se pode constatar a partir do exemplo apresentado adiante, simplificação atua sempre no sentido de acarretar níveis ótimos de micromedicação com alguma superestimação.

Quanto à estimação da perda de benefício do consumidor pela redução do volume consumido, a mesma será elaborada no presente trabalho, através da mensuração da perda de benefício bruto do usuário.

3 Nível ótimo de micromedicação — Maximização do benefício total líquido

A aplicação da micromedicação não prescinde de uma análise benefício-custo para se determinar a sua viabilidade econômica.

A propósito, o artigo 8 da Lei Federal citada, ao estabelecer que "As

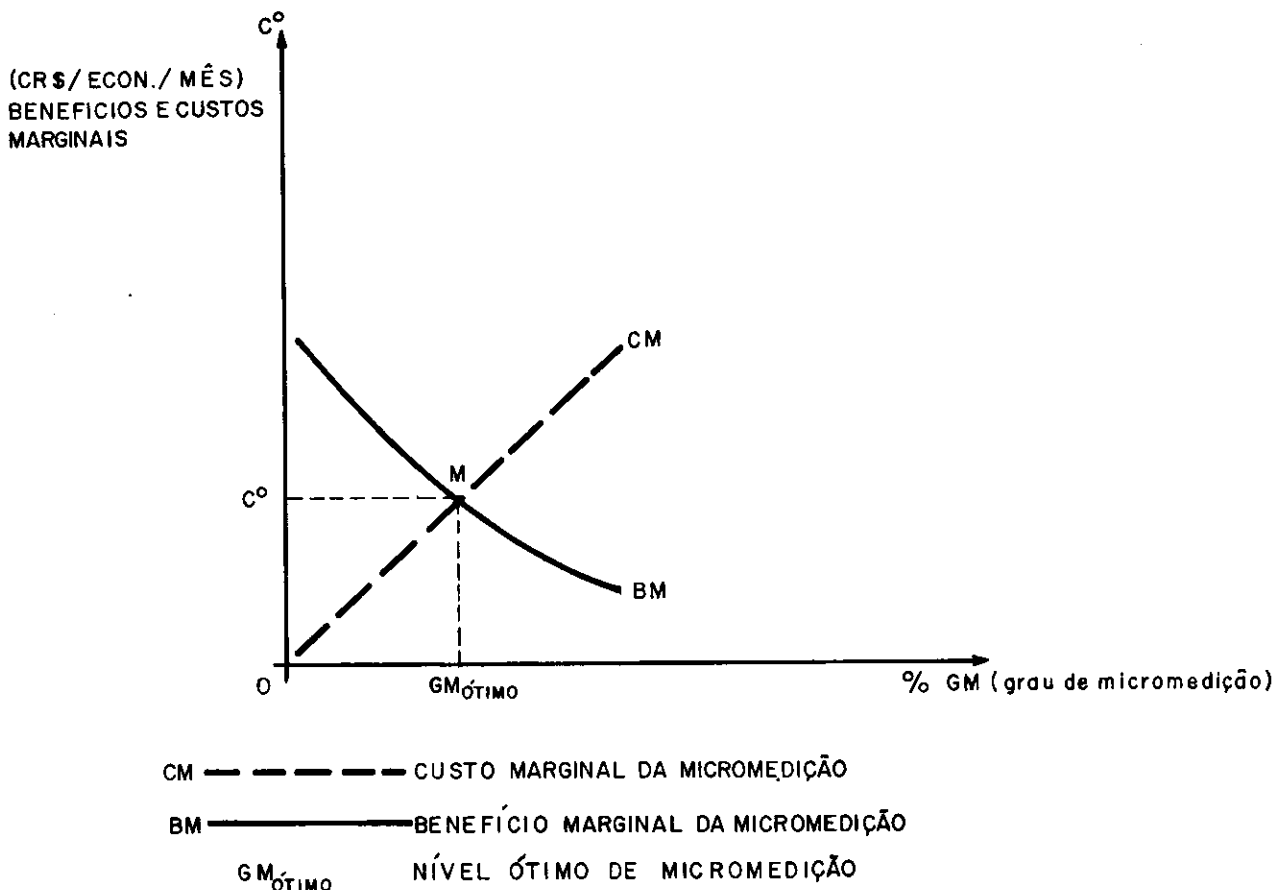


Figura 1 — Condição de otimização do grau de micromedição

Companhias Estaduais de Saneamento Básico determinarão, através de estudos, a percentagem conveniente de ligações medidas, por sistema, em sua área de atuação, de forma a otimizar seu programa de implantação de medidores, mostra não só a necessidade de se determinar essa viabilidade econômica como pressupõe a existência de um instrumento como a análise benefício-custo para efetivar a otimização do programa.

Além de dar resposta adequada ao problema mais frequentemente abordado de saber se um determinado programa de micromedição é ou não viável, a análise benefício-custo pode ser utilizada para determinar o grau ótimo de micromedição, ou seja, aquele que maximiza o benefício líquido total, tanto sob o aspecto privado quanto público.

Neste contexto, o nível de micromedição que maximiza o benefício líquido total é aquele onde o benefício marginal iguala-se ao custo marginal, ou seja, o benefício marginal líquido é igual a zero.

A fig. 1 ilustra essa condição. A partir dela verifica-se que o grau de mi-

croedição deverá se elevar enquanto o benefício marginal superar o custo marginal que lhe corresponde, havendo, pois, adições de valores positivos ao benefício líquido total. O limite desse incremento com a estrutura de preços relativos vigentes dá-se no ponto M, onde, a partir daí, não será mais interessante expandir o programa de micromedição.

Conceitualmente, o problema resume-se, pois, a encontrar uma forma de determinar-se os benefícios e os custos marginais do programa de micromedição e o grau de micromedição para o qual estes sejam iguais.

Para a aplicação dessa condição básica é, entretanto, necessário levar em consideração alguns critérios básicos na implementação do programa. O primordial deles refere-se à seleção das áreas prioritárias para a instalação dos hidrômetros de forma a alcançar-se primeiro as economias onde a micromedição deverá acarretar as maiores reduções de consumo.

Alguns métodos vêm sendo utilizados, dentre os quais pode-se citar aquele desenvolvido pelo programa

Satecia-Convênio Banco Nacional da Habitação e Organização Panamericana de Saúde. Baseia-se na seleção de indicadores devidamente ponderados em função de sua relevância que refletem os aspectos técnicos, financeiros, econômicos e sociais envolvidos e permitem qualificar as áreas em estudo.

É, portanto, razoável supor-se que os hidrômetros serão instalados primeiramente onde os indicadores mostrarem maiores níveis de desperdício e/ou utilização de água.

Este fato é relevante na medida em que a ampliação de um programa de micromedição permitirá a redução dos volumes consumidos por economia, sendo essa redução sucessivamente menor com o aumento no grau de micromedição.

4 Nível ótimo de micromedição — Um

4.1 Quantificação e Benefícios e Custos Marginais

A existência de dúvidas sobre a necessidade de se ter sistemas medidos

Quadro 1 — Dados operacionais — Amostra de 28 municípios

Município	Número de Economias	Volume cons. por economia (VC/E) (m ³ /Econ.mês)	Receita média por economia (R/E) (Cr\$/Econ.mês)	Grau de Micromedidação (GM) %
1. Barra do turvo	277	19,5	2324	56
2. Iporanga	442	24,5	1616	23
3. Stº Antonio do Pinhal	401	15,3	2476	100
4. Cel. Macedo	724	18,8	2495	57
5. Tapirai	419	15,6	2598	91
6. Taguaí	871	16,4	3051	100
7. Rifaina	604	14,4	2947	97
8. Ubirajara	564	15,0	2691	95
9. Alto Alegre	596	15,8	2785	95
10. Monções	363	15,8	2612	97
11. Roseira	754	14,9	3461	100
12. Araçoiaba da Serra	933	17,6	2695	86
13. Flora Rica	324	17,6	3123	78
14. Alvares Florence	642	15,2	2735	90
15. Santana da Ponte Pensa	264	15,2	2638	88
16. Cesário Lange	1124	18,5	2477	72
17. Ribeirão Corrente	335	16,5	3567	80
18. Planalto	764	17,0	2765	94
19. Pontes Gestal	393	15,5	2607	93
20. Adolfo	421	16,1	2775	95
21. Iacri	763	15,5	2806	93
22. Sebastianópolis do Sul	310	15,2	2787	92
23. Caiabu	389	15,8	2754	85
24. Macedônia	531	14,2	3388	99
25. Estrela do Norte	269	16,0	2943	96
26. Coroados	717	17,0	3123	96
27. Presidente Alves	772	16,6	2239	62
28. Rubiãcea	207	15,7	2544	96
		55,0	950	0

Fontes: Demonstrativo do consumo do mês de outubro/84 e relatório de dados operacionais março e junho/84- SABESP

ou não em municípios de pequeno porte (até mil ligações) na área de atuação da Sabesp, requereu o teste do modelo teórico acima explicitado.

Para isso, do total de municípios com até mil ligações, em número de 134 (cerca de 46% dos municípios operados) tomou-se uma amostra aleatória de 28 municípios para os quais se obtiveram dados de "cross-section" referentes ao volume consumido por economia (*) receita média de água por economia e grau de micromedição (economias medidas/economias totais). Tomou-se a precaução de ter na amostra municípios com número de ligações que varrem o espaço considerado, garantindo a presença de municípios de todos os tamanhos dentro do extrato. Os dados básicos são apresentados no Quadro 1.

O fato de a Sabesp apresentar nos municípios com serviços por ela operados elevados graus de micromedição levou a dispor-se de apenas um único caso com grau de micromedição abaixo de 30%, o que poderá estar introduzindo algum viés na estimativa dos parâmetros, cujo sentido não é possível precisar no momento.

A partir dessas observações estimou-se, através do método dos mínimos quadrados com restrição, uma regressão para explicar o comportamento do volume consumido por economia (VC/E) como função do grau de micromedição (GM). A especificação funcional utilizada foi a seguinte:

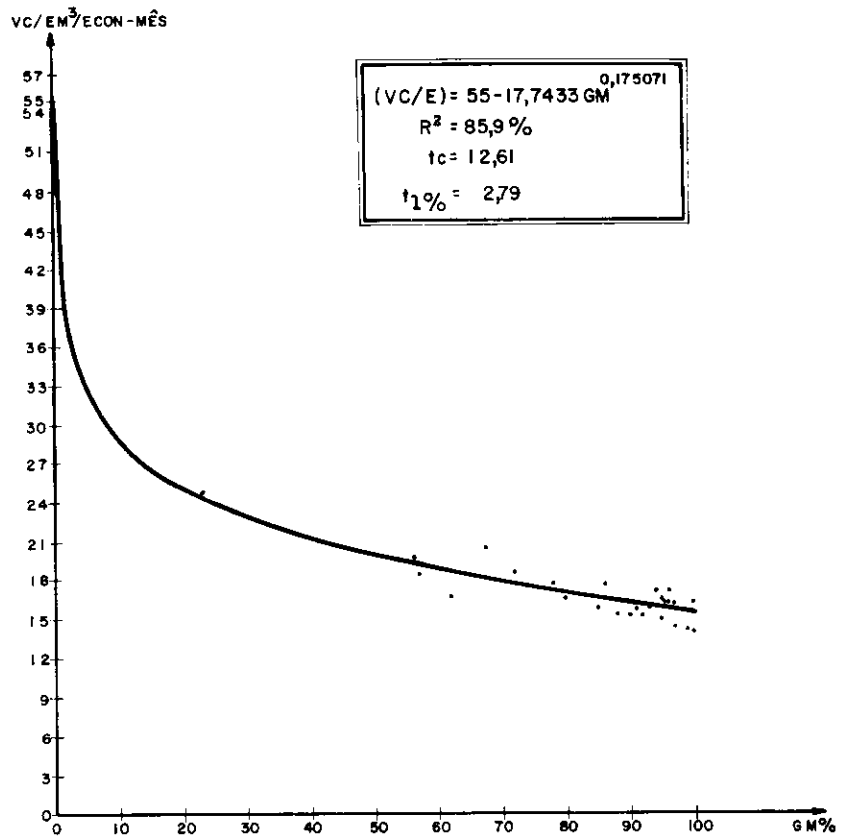
$$(VC/E) = 55 - A_1 \cdot GM^{b_1} \cdot U_i$$

A_1, b_1 = parâmetros da função

U_i = variável aleatória

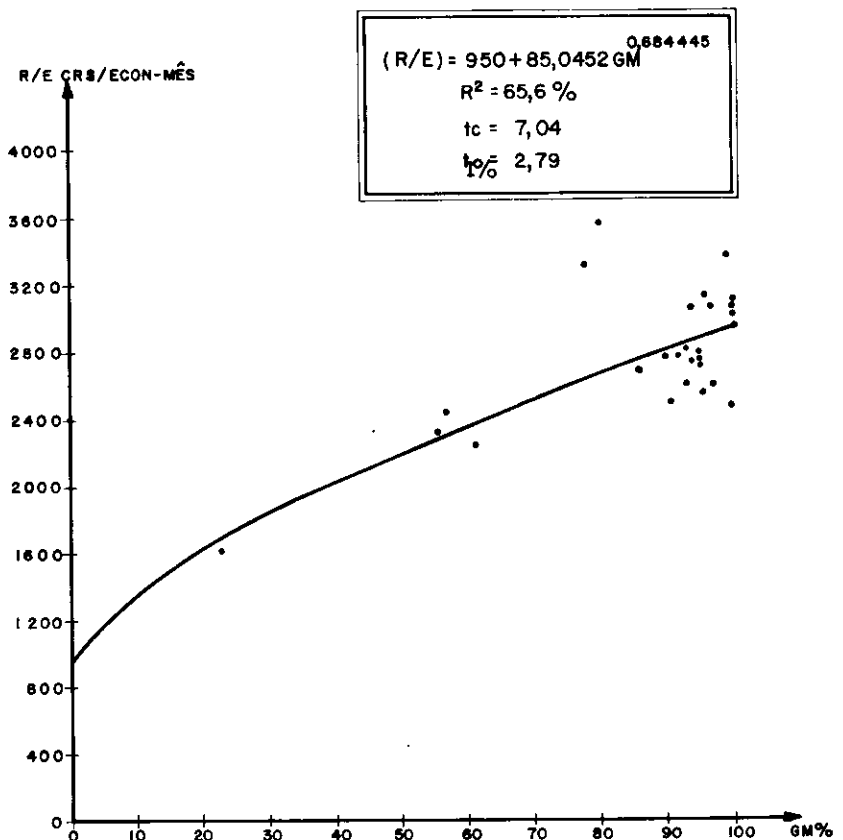
Neste caso foi imposta a restrição de que quando o grau de micromedição for igual a zero o volume médio consumido por economia seja igual a 55 m³/mês. (Fig. 2).

Ainda, com base nas observações supracitadas estimou-se, através do método dos mínimos quadrados com restrição, uma regressão para explicar o comportamento da receita média por



VC/E = VOLUME CONSUMIDO POR ECONOMIA-MÊS
GM = GRAU DE MICROMEDIÇÃO

Figura 2 — Volume consumido por economia como função do grau de micromedição



R/E = RECEITA MÉDIA POR ECONOMIA-MÊS
GM = GRAU DE MICROMEDIÇÃO

Figura 3 — Receita média por economia como função do grau de micromedição

(*) Excluem-se deste valor as perdas do sistema uma vez que não é lícito atribuir à micromedição aquelas decorrentes de deficiências construtivas ou de operação e manutenção dos componentes de tratamento, adução, reservação, redes e até mesmo da micromedição.

economia (R/E) como função do grau de micromedição (GM). A especificação funcional utilizada foi a seguinte:

$$(R/E) = 950 + A_2 \cdot GM^{b_2} \cdot U_i$$

A_2, b_2 = parâmetros da função

U_i = variável aleatória

Neste caso foi imposta a restrição de que quando o grau de micromedição (GM) for igual a zero a receita média por economia seja igual a Cr\$ 950 (equivalente à cobrança de uma conta mínima). (Fig. 3).

As funções estimadas (\hat{VC}/E) e (\hat{R}/E) são apresentadas nas figuras 2 e 3, respectivamente. Embora o coeficiente de determinação encontrado para a segunda das funções tenha sido relativamente baixo, note-se que esta só interfere na avaliação sob o enfoque privado.

O método utilizado para a quantificação dos benefícios e custos marginais depende, obviamente, do enfoque dado ao problema.

4.1.1 Do ponto de vista privado

Sub o ponto de vista privado os benefícios marginais relativos à micromedição podem ser obtidos por derivação das funções estimadas (\hat{VC}/E) e (\hat{R}/E). Dessa forma os benefícios marginais privados podem ser expressos como segue:

a) Para economias atendidas somente com serviço de água

$$\frac{dB}{dGM} = - \frac{d}{dGM} c \cdot (\hat{VC}/E) + \frac{d}{dGM} (\hat{R}/E)$$

onde,

c = custo incremental médio de operação e manutenção mais capital estimado em Cr\$ 150/m³ (a preços de julho/84).

$\frac{dB}{dGM}$ = benefício marginal total por economia

$- d c \cdot (\hat{VC}/E)$ = parcela do benefício marginal decorrente da redução de consumo.

$\frac{d}{dGM} (\hat{R}/E)$ = parcela do benefício marginal correspondente ao aumento da receita.

resultando,

$$\frac{dB}{dGM} = 465,95055 \text{ GM}^{-0,824929} + 58,20761 \text{ GM}^{-0,315550} \quad (1)$$

b) Para economias atendidas com serviços de água e esgotos (*)

Considerou-se a expressão (1) acima, levando em conta que ao incluir os serviços de esgoto, o parâmetro c apresenta um valor de Cr\$ 271/m³ e a receita por economia é 80% superior à receita verificada no item a. Assim:

$$\frac{dB}{dGM} = 841,817327 \text{ GM}^{-0,824929} + 104,775770 \text{ GM}^{-0,315550} \quad (2)$$

Os custos referentes à aquisição, instalação e manutenção dos hidrômetros são expressos num equivalente uniforme, os quais apresentam-se crescentes, por economia, com a elevação no nível de micromedição. Isto porque dentro da filosofia tarifária vigente, os hidrômetros instalados representam um ônus tanto para as economias medidas quanto para as não medidas, sendo seu custo rateado entre todos os usuários.

Dessa forma, os custos por economia podem ser expressos da seguinte forma:

$$\frac{C_1}{E} = 560 \cdot \frac{EM}{E}$$

(*) É de se esperar que o volume consumido por economia seja influenciado pelo nível de cobertura com serviços de esgotos. Todavia, a amostra utilizada não evidenciou tal fato, talvez devido ao baixo índice de cobertura com este serviço (37% média nos municípios da amostra), razão pela qual não foram reestimadas as funções incorporando a influência do grau de cobertura com serviço de esgotos.

onde:

C_1 = custo total

EM = número de economias medidas

E = número de economias totais

ou:

$$\frac{C_1}{E} = 5,6 \cdot GM$$

A partir daí pode-se inferir que o custo marginal por economia é constante,

$$\frac{d(C_1/E)}{dGM} = 5,6 \quad (3)$$

4.1.2 Do ponto de vista público

De acordo com este enfoque os benefícios marginais se resumem àqueles decorrentes da redução de custos de operação e manutenção e de capital não sendo considerada para este fim a parcela relativa ao aumento de receita por economia, como já foi destacado no item 2.1.

Assim, os benefícios marginais públicos podem ser calculados conforme procedimento a seguir:

a) Para economias atendidas somente com serviços de água

$$\frac{dB}{dGM} = - \frac{d}{dGM} c \cdot (\hat{VC}/E)$$

ou

$$\frac{dB}{dGM} = 465,95055 \times \text{GM}^{-0,824929} \quad (4)$$

b) Para economias atendidas com serviço de água e esgotos

$$\frac{dB}{dGM} = 841,817327 \text{ GM}^{-0,824929} \quad (5)$$

Além dos custos relativos à aquisição, instalação e manutenção dos hidrômetros, que são idênticos aos estimados segundo o enfoque privado, há que considerar a perda do benefício do usuário decorrente da elevação dos preços impostos pela micromedição e estrutura tarifária vigentes.

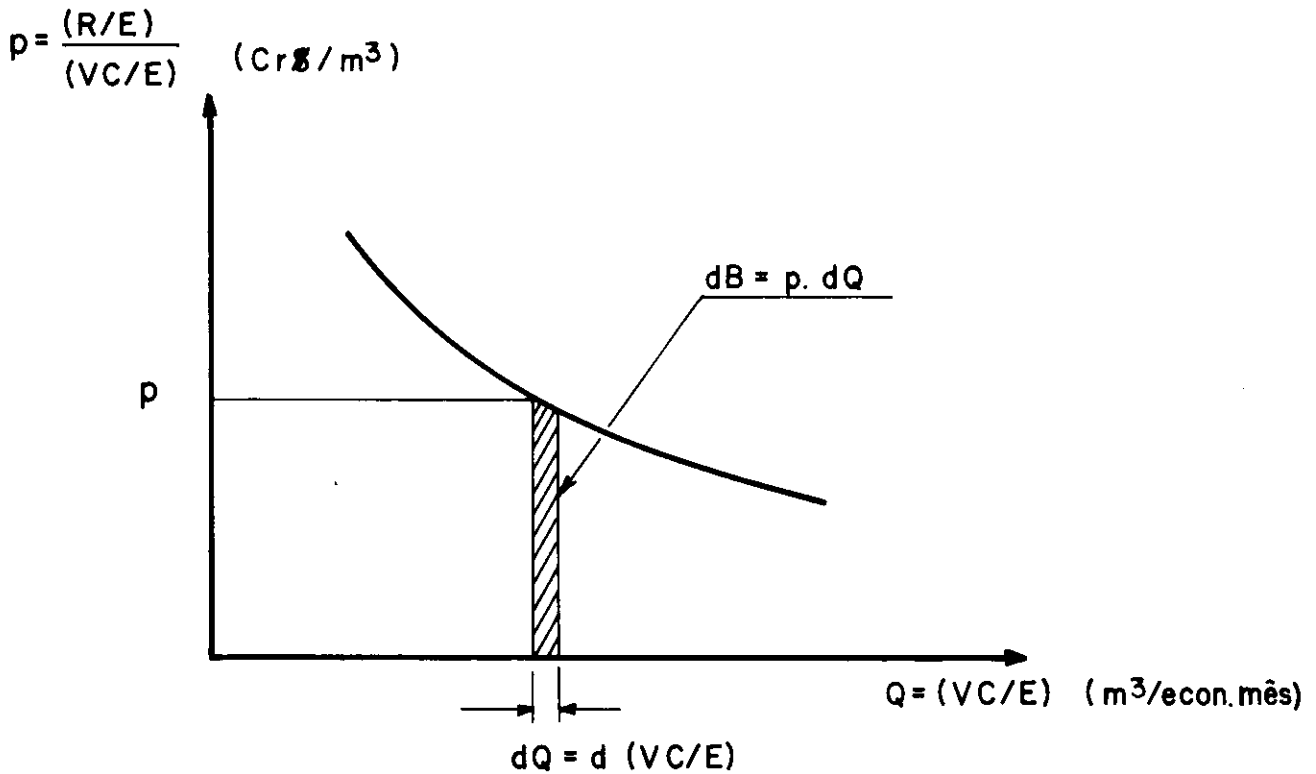


Figura 4 — Benefício correspondente à quantidade de água consumida

Esta perda de benefício pode ser estimada como segue, usando como referência a ilustração da figura 4, sendo:

$$dB = p \, d(VC/E) \text{ ou } \frac{dB}{dGM} = p \cdot \frac{d(VC/E)}{dGM}$$

onde:

● **dB** (em Cr\$/econ-mês) é a perda de benefício correspondente à redução de volume consumido por economia $d(VC/E)$ em $m^3/econ/mês$ em razão da variação do grau de medição;

● **p** é o preço da água consumida (Cr\$/ m^3)

O preço p resulta de $p = (R/E)/(VC/E)$

Utilizando-se as expressões estimadas (R/E) e (VC/E) , e substituindo-se nas expressões dos benefícios, após derivação, obtêm-se o benefício marginal e o custo marginal correspondente

$$\frac{dC}{dGM} = - \frac{dB}{dGM}, \text{ resultando}$$

as expressões abaixo relacionadas:

c) Para economias atendidas somente com serviço de água

$$\frac{dC_2}{dGM} = \left[\frac{950 + 85,0452 \, GM^{0,684445}}{55 - 17,7433 \, GM^{0,175071}} \right] \cdot (-0,824929) \quad (6)$$

d) Para economias atendidas com serviço de água e esgotos

$$\frac{dC_2}{dGM} = \left[\frac{950 + 85,0452 \, GM^{0,684445}}{55 - 17,7433 \, GM^{0,175071}} \right] \cdot (-0,824929)$$

$$\times 1,80 \quad (7)$$

4.2 Condições de otimização da micromedição

A otimização da micromedição deverá ocorrer quando os benefícios marginais se igualarem aos custos marginais, seja sob ótica privada ou pública.

4.2.1 Do ponto de vista privado

a) Para economias servidas somente com serviço de água

Igualando-se as expressões (1) e (3), resulta:

$$\frac{dB}{dGM} = \frac{dC_1}{dGM} \text{ ou } 465,95055 \, GM^{-0,824929} + 58,20761 \, GM^{-0,315550} = 5,6 \quad (8)$$

b) Para economias atendidas com serviço de água e esgotos

Da igualdade de (2) e (3) obtêm-se:

$$841,817327 \, GM^{-0,824929} + 104,775770 \, GM^{-0,315550} = 5,6 \quad (9)$$

4.2.2 Do ponto de vista público

a) Para economias servidas somente com serviço de água

Igualando-se as expressões (4) e (6), obtêm-se:

$$465,95055 \, GM^{-0,824929} + (3,106337 \, GM^{-0,824929}) = 5,6 +$$

$$\left(\frac{950 + 85,0452 \text{ GM}}{55 - 17,7433 \text{ GM}} \right)^{0,684445} \cdot 0,175071 \quad (10)$$

b) Para economias servidas somente com serviço de água e esgotos

Igualando-se as expressões (5) e (7), obtêm-se:

$$841,817327 \text{ GM}^{-0,824929} = 5,6 + (3,106337 \text{ GM})^{-0,824929}$$

$$\left(\frac{950 + 85,0452 \text{ GM}}{55 - 17,7433 \text{ GM}} \right)^{0,684445} \cdot 0,175071 \times 1,80 \quad (11)$$

4.3 Resultados e Conclusões

Os resultados encontrados resolvem-se as equações (8) (9), (10) e (11) são os apresentados no quadro abaixo:

Amplitude da Análise	Grau de Medição Ótimo	
	Economias com água e esgotos	Economias somente com água
Social ou Pública	100,0	100,0
Privada	57,6	47,4

Observe-se que o nível ótimo de micromedição sob o ponto de vista público deve situar-se tanto mais próximo dos valores-limites estimados (47,4% e 57,6%) quanto menor ou maior seja a parcela das ligações atendidas também por serviços de esgoto.

Tendo em vista que na amostra de comunidades considerada no estudo de caso, o grau de coberturas com serviços de esgoto é de 37%, pode-se inferir que o nível ótimo de micromedição é de aproximadamente 51%.

É fundamental salientar que o nível ótimo seja do ponto de vista privado ou social depende dos preços relativos subjacentes à construção das curvas que descrevem os benefícios e os custos marginais como, por exemplo: os preços dos produtos químicos e energia elétrica, estrutura e valores tarifários reais, custos dos investimentos, preços de aquisição e custos de instalação, manutenção e leitura dos hidrômetros, do nível tecnológico admitido, e da curva de demanda do consumidor. Qualquer mudança nessas condições ou preços relativos alterará o nível ótimo de micromedição.

Finalmente deve-se observar que a partir das funções (VĈ/E) e (R/Ē) pode-se obter uma estimativa de preços e quantidades consumidas de água, por economia para os municípios da amostra. Estas informações permitem estimar a elasticidade-preço implícita da demanda de água que é de -0,45. Este fato merece especial destaque, pois, como era de se esperar, a demanda de água é inelástica em relação ao preço como sempre acontece nos casos de bens de primeira necessidade. Além disso, o valor calculado para a elasticidade-preço acima (0,45) apresenta-se bastante consistente com as estimativas obtidas por Flack (0,35) (4) e Gotlieb cit. por Grima, (0,4 a 0,6) (5) para algumas cidades dos Estados Unidos.

A obtenção deste parâmetro é de grande importância e deve estimular os técnicos do setor a maiores investigações a seu respeito, principalmente porque o seu conhecimento pode constituir-se em eficiente instrumento para o planejamento de sistemas de

devem ser evitados, e o critério de isonomia e justiça tarifária deve ser preservado acima de tudo.

Entretanto, a demonstração acima de que a micromedição parcial pode ser a condição desejável do ponto de vista social impede que se mantenham posições acomodadas e apriorísticas de que estendê-la a todas as ligações seja uma meta a perseguir.

É necessário que sejam buscados e desenvolvidos procedimentos operacionais e critérios para a instalação dos hidrômetros, além dos já referidos no item 3, capazes de assegurar o tratamento isonômico dos usuários sem elevar o nível da micromedição acima do que pode ser justificado economicamente.

A sistematização dos estudos necessários tem todas condições de se dar no âmbito dos Programas de Controle de Perda, hoje largamente difundidos, complementando-o e corrigindo-o nos casos em que a expansão da micromedição foi excessiva.

6 Reconhecimentos

Aos colegas da Sabesp, economistas Hugo Sérgio de Oliveira, Ester Fernandes Dantas e ao prof. Juan H. Moldau, da FEA/USP, pela colaboração dada, os agradecimentos dos autores e o reconhecimento ao valor das suas contribuições.

7 Referências bibliográficas

- 1 — RINGSKOG, K.: Caso de Estudio n.º 31: Analisis de Costo/Beneficio de la instalacion de medidores en **Planificacion Pragmática para Agua Potable**, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana Mundial de la Salud. Febrero, 1980.
- 2 — ALBUQUERQUE, V. L. P. e LIMA, J. A.: Modelo de desenvolvimento de um programa de micromedição: **Revista DAE** ano XLI n.º 126, setembro de 1981, págs. 137 a 147.
- 3 — MIDDLETON, R. N. et. Al — "The Costs Benefits of Water Metering" *Journal of the Institution of Water Engineers and Scientists*, Janeiro/78, vol. 32 — n.º 1.
- 4 — FLACK, J. E., "Water Rights Transfers: An Engineering Approach cit for James & Lee", in "Economics of Water Resources Planning", TMH, 1971.
- 5 — GRIMA, A., "Residential Water Demand — Alternative Choices for Management" — University of Toronto Department of Geography Research Publications, 1972.
- 6 — NUCCI, N. L. R., Avaliação da demanda urbana de água — aspectos econômicos e urbanísticos. A área edificada como variável explicativa e prospectiva. **Revista DAE**, ano XLIV, n.º 135, dezembro de 1983.