

Bem-Estar Social, Regulação e Eficiência no Setor de Saneamento Básico

RESUMO

Este estudo objetiva determinar o par preço-quantidade de água potável que maximiza o bem-estar social no setor de saneamento básico do país, preservando o equilíbrio financeiro do setor. Restrições técnicas na distribuição de água e na coleta de esgoto levam as companhias de saneamento a operar sob regime de monopólio. A regulação de preço pelo custo marginal evitaria o abuso de poder desse regime, mas não garantiria o equilíbrio econômico-financeiro das empresas reguladas. Por conta disso, será empregado o modelo Ramsey-Boiteux de regulação preço. A conclusão principal é que a necessidade de reajustamento tarifário pode ser significativamente reduzida por medidas que diminuam o elevado grau de ineficiência econômica presente no setor.

PALAVRAS-CHAVE

Regulação de Preço. Preço Ramsey-Boiteux. Monopólio. Índice de Lerner. Saneamento Básico.

José Airton Mendonça de Melo

- Doutor em Economia, CAEN/ Universidade Federal do Ceará (UFC);
- Técnico do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e Prof. das Faculdades Projeção.

Paulo de Melo Jorge Neto

- Ph.D. Economia, University of Illinois, EUA;
- Prof. do CAEN/UFC.

1 – INTRODUÇÃO

O maior desafio da agenda do setor de saneamento básico no país está na universalização do atendimento e na sua modernização. Para tanto, é fundamental a concepção de um marco regulatório que crie um ambiente favorável aos investimentos. Diferentemente dos resultados alcançados com energia elétrica e telecomunicações, a privatização do setor não parece ser uma solução financeiramente exequível sob o ponto de vista do investidor privado. Por um lado, sabe-se que apenas os serviços explorados nas capitais e nos municípios de grande porte são financeiramente superavitários. Por outro, é nos municípios de médio e pequeno portes que os serviços são mais precários. E soma-se a tudo isso a subjacente resistência das autoridades municipais à mudança das regras atuais de concessão e titularidades desses serviços.

Para se ter uma ideia da importância dessa agenda, vale lembrar que 8,7% da população urbana brasileira ainda não têm acesso a água potável e apenas 57,4% dessa população são atendidos por rede de esgotamento sanitário. (IBGE, 2008). E como há uma relação direta entre saneamento básico, saúde pública e bem-estar, urge a melhoria desses indicadores. Segundo a Organização Mundial de Saúde, 60% das internações da população infantil do Brasil (indicadores referentes à média nacional) têm como causas doenças de veiculação hídrica. Estima-se ainda que a ampliação de 1% da cobertura sanitária para a população enquadrada entre um e cinco salários mínimos reduziria em 6,1% as mortes na infância.

Enquanto os dados anteriores mostram a necessidade de expansão do setor, os números do diagnóstico do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (BRASIL, 2001) mostram a necessidade de aumentar a eficiência na prestação dos serviços. Em média, 45% de toda água produzida e tratada pelas companhias de saneamento no país são perdidos na rede de distribuição, enquanto o valor de *benchmark* dos países europeus para essas perdas gira entre 9 e 15%.

Sabe-se que, em mercados competitivos, as empresas buscam naturalmente a eficiência econômica como uma estratégia de permanência no mercado.

Como essa busca não ocorre em setores com poder de mercado, surge então a necessidade da regulação governamental com o objetivo de estabelecer mecanismos que incentivem tais setores a adotarem um comportamento semelhante ao de um ambiente competitivo.

O instrumento mais empregado para prevenir abuso do poder de mercado de empresas que operam sob regime de monopólio é o estabelecimento de tarifas. E no setor de saneamento básico, essa regulação se justifica tanto técnica como socialmente. Tecnicamente, o setor é caracterizado por: (i) necessidade de grandes volumes de investimento, com longos períodos de retorno e com parte significativa desse investimento não-recuperável (*sunk costs*); (ii) ausência de informação completa sobre parâmetros de demanda e de oferta da água; (iii) baixos níveis de integração vertical e de mobilidade do capital, tanto para entrada como para saída do setor; (iv) custos diferenciados para cada sistema de produção, distribuição, esgotamento e tratamento. Socialmente, a regulação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário faz-se necessária em função das seguintes constatações: (i) a água é essencial para a satisfação das necessidades básicas humanas, requerendo-se uma dotação diária mínima de consumo; (ii) devem-se considerar os usos alternativos da água ao abastecimento urbano, como irrigação, energia elétrica, entre outros usos múltiplos; (iii) contribui significativamente para o bem-estar da população, tanto diretamente pelo seu consumo como pelas externalidades positivas advindas do consumo; e (iv) constitui a mais importante infraestrutura de indução do desenvolvimento econômico, quando comparado com uma situação de ausência dos serviços, com impacto sobre todas as atividades socioeconômicas de uma região.

O fato é que, quando uma firma opera com economias de escala, tanto os métodos estáticos como os esquemas incentivados de regulação não aportam uma solução eficiente, no sentido do ótimo de Pareto. Além do mais, sabe-se que a regulação pelo custo marginal de um monopólio, operando com retornos crescentes, leva necessariamente à falência, pois as receitas neste caso ficam por definição abaixo

do custo. Sabe-se também que a regulação pelo custo médio não maximiza o bem-estar social, já que, em setores oligopolizados, o postulado do equilíbrio competitivo¹ tende naturalmente a ser violado.

Diversas modelagens de tarifação vêm sendo aplicadas atualmente nas concessionárias de serviços públicos no país, sempre buscando atender simultaneamente objetivos de recuperação de custos de exploração e de expansão dos sistemas, com um nível mínimo de cobertura populacional e de continuidade, mas nenhuma delas leva em consideração o bem-estar do consumidor.

Neste estudo, apresenta-se uma aplicação do modelo Ramsey-Boiteux no setor de saneamento básico, em que, diferentemente dos demais modelos, o regulador busca maximizar o bem-estar do consumidor sujeito à restrição do equilíbrio financeiro da empresa. Espera-se com isso demonstrar que, mesmo tratando-se de uma solução que exige informações complexas sobre parâmetros de custo e demanda e que ainda ignora a importância dos esquemas incentivados (LAFFONT; TIROLE, 1993), o modelo Ramsey-Boiteux é factível de aplicação e proporciona a melhor solução para o atual dilema enfrentado pelo setor de saneamento, ou seja, necessidade de expansão frente às restrições de aporte de novos investimentos tanto pelas receitas tarifárias como pelo setor público. Para tanto, o estudo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. A seção dois faz uma breve retrospectiva sobre a política nacional de saneamento básico, iniciada nos anos 70. A seção três descreve o problema da maximização de bem-estar social por uma agência reguladora, condicionado à manutenção de equilíbrio orçamentário da firma regulada. A solução deste problema resulta no denominado modelo de regulação de preços Ramsey-Boiteux. A quarta seção emprega este modelo para determinar o par preço-quantidade que maximiza a função-bem-estar social no setor de saneamento básico do país; secundariamente, é derivado o índice de Lerner, que mede a extensão do poder de monopólio exercido pelo setor. Na última seção, encontram-se as conclusões e comentários sobre os resultados obtidos no estudo.

¹ $p^* = CMg = CMe$

2 – REGULAÇÃO E SANEAMENTO BÁSICO NO PAÍS

Somente com a instituição do Plano Nacional de Saneamento (Planasa),² em 1969, o país passou a contar com uma política nacional para o setor de saneamento. (SOUSA, 1989). Nesse plano, já se estabelecia que o setor deveria ser autossustentado através de tarifas realistas que cobrissem os custos de operação, manutenção e gerassem excedentes para investimentos futuros.

O sistema tarifário desse plano já previa o uso de subsídios cruzados, tal que usuários de menor renda deveriam pagar uma tarifa menor do que a dos usuários de maior poder aquisitivo. Ademais, a base geográfica para a prestação dos serviços deveria extravasar os limites municipais, de forma a garantir economias de escala nas operações e ainda possibilitar que os superávits obtidos em determinadas localidades compensassem eventuais déficits em outras.

Em cada unidade da federação foi criada uma companhia de saneamento básico para receber concessões dos municípios que aderissem ao Planasa e ao Fundo de Água e Esgotos (FAE), devendo este fundo ser mantido pelas três esferas de governo – Municípios (25%), Estados (37,5%), e a União (37,5%) – por meio de empréstimos do Sistema Financeiro de Saneamento, um dos braços do então Banco Nacional de Habitação (BNH). Com a crescente centralização das receitas na União promovida pela reforma tributária de 1967, a participação dos municípios no fundo tornou-se inviável, passando o aporte de recursos para o fundo na razão 1:1 entre o estado e o BNH/SFS.

Entre 1968 e 1988, o Planasa investiu no setor de saneamento recursos da ordem de 1,214 bilhão de Unidade Padrão de Capital (UPC), sendo 69% em água e 31% em esgoto. (SOUSA, 1989). Em 1990, por não ter conseguido transpor suas dificuldades de implementação, o plano é completamente abandonado.

A extinção do Planasa deixou um vazio no setor de saneamento. Entre 1990 e 1994, o setor experimentou

² Efetivamente, o Planasa só começou a funcionar dois anos depois, 1971, quando passou a destinar recursos para os estados criarem suas próprias companhias de saneamento.

sua maior crise de financiamento e os mais baixos níveis de investimento, em parte, agravados pela crise de solvência do Fundo de Garantia por Tempo Serviço (FGTS). Com o início efetivo do PMSS em 1994, outra vez foi proposta a construção de uma nova política de saneamento, baseada em novos princípios, inclusive aqueles estabelecidos e derivados da Constituição Federal de 1988.

O fato é que, entre 1993 e 2006, todas as iniciativas de regulamentar ou de instituir um marco regulatório para o setor de saneamento básico no país, seja do Congresso seja do Poder Executivo, foram abortadas. A definição da titularidade dos sistemas constituiu o ponto mais sensível do setor, uma vez que a Constituição Federal de 1988 não deixou claro sobre a titularidade deste poder.

Em 2004, a Presidência da República criou o Grupo de Trabalho Interministerial, com a finalidade de analisar e consolidar as contribuições da sociedade ao anteprojeto de lei que estabeleceria diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Ambiental (PNSA), encaminhando, no ano seguinte, um projeto à Câmara dos Deputados, o PL nº 5.296/05, mas, novamente, o projeto foi arquivado por não haver consenso entre os parlamentares. Finalmente, em 20.12.2006, a Câmara dos Deputados aprovou o Projeto de Lei 7361/06 da Comissão Mista de Saneamento, resultando então na Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

A Lei nº 11.445 dá uma maior institucionalidade ao setor de saneamento, com normas que envolvem questões como saúde pública e recursos hídricos. Sua efetividade, contudo, dependerá ainda da capacidade dos Estados e Municípios de adaptarem as diretrizes locais à nova legislação, sendo que, apesar de não haver tempo definido legalmente, aqueles serão pressionados a fazê-las pelas novas regras, se quiserem ter acesso aos recursos federais. Outros pontos dessa Lei que merecem ser destacados são os seguintes:

- i) A lei não diz quem é o titular dos serviços de saneamento básico nas regiões metropolitanas – se estado ou município – ou dos serviços de interesse de mais de um município. Essa questão aguarda definição do Supremo Tribunal Federal.
- ii) O titular poderá prestar diretamente os serviços ou delegá-los a consórcio público, empresa pública ou a empresa privada. A delegação da prestação do serviço depende da celebração de contrato. Não pode ser feito por convênios ou parcerias. A validade desses contratos dependerá da elaboração de um plano de saneamento específico.
- iii) Os subsídios serão instituídos para os usuários e localidades que não tenham condições de cobrir o custo integral dos serviços.
- iv) Em relação à determinação das tarifas, a lei foi sancionada com o veto parcial aos artigos relativos à fixação das tarifas pelas entidades reguladoras e à cobrança pelo volume consumido, tanto para água como para esgotamento sanitário. O motivo para o veto se baseou no princípio de que não compete a essas entidades a fixação de tarifas, mas tratar dos aspectos relacionados à execução do contrato, incluindo a qualidade dos serviços e demais normas arroladas no item (ii) acima.

O modelo tarifário usado atualmente pelas companhias de saneamento do país consiste numa estrutura relativamente uniforme, que combina o modelo da tarifa em duas partes (*two-part tariffs*) com a precificação crescente em bloco (*block-increasing tariffs*). A primeira parte da tarifa corresponde a um valor fixo que embute uma franquia de até dez metros cúbicos de água ao mês e busca recuperar os custos fixos das empresas. A segunda parte, a precificação em bloco crescente, busca atender dois objetivos: (i) servir como um esquema de incentivos à racionalização do consumo d'água, à medida que o aumento de consumo é acompanhado por correspondente aumento da tarifa por unidade de consumo; e (ii) funcionar como o instrumento operacional do mencionado subsídio cruzado, previsto desde o Planasa.

Esta estrutura, contudo, nem sempre tem gerado receitas suficientes para cobrir as despesas operacionais do setor de saneamento, ficando os investimentos sempre a cargo de transferências governamentais. Apesar dos esforços de reestruturação tarifária implementada a partir da segunda metade dos anos 90, o diagnóstico do setor em 2001 (BRASIL, 2002) mostra que apenas as companhias da região Sudeste estão, em média, com suas tarifas praticadas acima das despesas totais unitárias. Esta situação é preocupante porque são as regiões com maiores defasagens nas tarifas – Norte e Nordeste – as que apresentam os menores índices de cobertura dos serviços.

3 – O MODELO DE REGULAÇÃO RAMSEY-BOITEUX

Foi visto que, na presença de retornos crescentes de escalas, a regulação de preços pelo custo marginal leva a firma regulada à falência. A regra Ramsey-Boiteux é uma solução para regulação de preços em monopólios multiprodutos com orçamentos equilibrados.

Para visualizar esse modelo, considere uma firma monopolista produzindo n produtos, q_1, \dots, q_n ao custo $C(q_1, \dots, q_n)$. Suponha que as demandas desses produtos sejam independentes. Seja $S_k(q_k)$ o excedente bruto do consumidor associado ao consumo do bem k . E por fim, represente a função-demanda inversa desse bem por $P_k = P_k(q_k) = S'(q_k)$.³

Em conformidade com o postulado do equilíbrio parcial da estrutura de Boiteux, a maximização do bem-estar social, condicionada à restrição de que a receita da firma pelos n produtos vendidos, $\sum_k P_k(q_k)q_k$, seja suficiente para cobrir seus custos, consiste na escolha pela agência reguladora da quantidade que resolve o seguinte problema.

$$\text{Max}_{\{q_1, \dots, q_n\}} \left\{ \sum_k S_k(q_k) - C(q_1, \dots, q_n) \right\} \quad (1)$$

3 Lembrar que o excedente bruto do consumidor é dado por:

$$S_k(q_k) = \int_0^{q_k} p_k(x_k) dx_k, \text{ onde } S'_k(q_k) = p_k(q_k)$$

sujeito a

$$\sum_k P_k(q_k)q_k \geq C(q_1, \dots, q_n)$$

Ignorando-se soluções de canto (i.é., $p_k = 0$), o lagrangeano, L , deste problema é dado por

$$L = \sum_k S_k(q_k) - C(q_1, \dots, q_n) + \lambda \left[\sum_k P_k(q_k)q_k - C(q_1, \dots, q_n) \right] \quad (2)$$

onde $\lambda \geq 0$ é o multiplicador de Lagrange, uma medida do preço social (*shadow price*) da restrição orçamentária. A condição de primeira ordem para a equação (2) resulta na seguinte expressão.

$$(1 + \lambda)[P_k(q_k) - C'(q_k)] = -\lambda P'(q_k)q_k \quad (3)$$

O preço calculado em (3) é o preço ótimo Ramsey-Boiteux. O rearranjo dessa equação, em que $\varepsilon_p = -q_k' / p_k$ representa a elasticidade-preço da demanda, leva ao denominado índice de Lerner, expresso a seguir.

$$\frac{P_k - C'(q_k)}{P_k} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\varepsilon_k} = \frac{\alpha}{\varepsilon_k}$$

$$\text{para todo } k = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

O índice de Lerner⁴ é um número situado no intervalo $[0; 1]$ e mede o poder de monopólio de uma empresa sobre um determinado produto, tal que, quanto maior for esse número, maior o poder de monopólio. Observa-se que o índice de Lerner [a razão (preço-custo marginal)/preço] é inversamente proporcional à elasticidade-preço da demanda pelo bem. Em outras palavras, quanto maior for a elasticidade-preço, maior será a redução na quantidade consumida de um bem, em função de uma elevação no seu preço e, conseqüentemente, maior a perda de bem-estar dos consumidores.

4 A aplicação do índice de Lerner, conforme assinalam Pindick e Rubinfeld (2002), pode não detectar o poder potencial do monopólio de uma empresa sempre que esta vier a praticar preços abaixo do seu preço ideal. Em uma empresa privada, isso poderia ocorrer possivelmente para evitar ser fiscalizada nos termos da lei, enquanto em monopólios estatais, tais preços são normalmente praticados por conveniência política dos governantes.

O termo $\alpha = \frac{\lambda}{1+\lambda}$ é chamado de número Ramsey, com $\lambda \in [0; \infty)$, onde $\lambda=0$ implica $\alpha=0$ e, portanto, $p_k=C'(q_k)$, ou seja, a solução obtida em mercados competitivos. Por outro lado, quando $\lambda \rightarrow \infty$, tem-se que $\alpha \rightarrow 1$ levando à solução de maximização de lucro pelo monopólio.

A determinação de tarifas pela regra Ramsey-Boiteux, além de não comprometer o equilíbrio orçamentário da empresa, apresenta outra vantagem em relação ao emprego do método do custo marginal. A regra considera indiretamente, através das elasticidades da demanda, a disposição dos consumidores a pagar pelo bem ou serviço ofertado.

Apesar de sua sofisticação, a regra Ramsey-Boiteux é ainda insatisfatória em pelo menos três aspectos. (LAFFONT; TIROLE, 1993). Em primeiro lugar, deve-se ressaltar que os princípios básicos da economia estabelecem que uma alocação é eficiente quando cada unidade consumida for paga pelo seu custo de produção, ou seja, preços iguais aos custos marginais. Por conseguinte, no desenho de um esquema linear de tarifas para serviços de utilidade pública, os custos fixos não deveriam ser cobrados dos consumidores, mas custeados pelo governo. O modelo Ramsey-Boiteux ignora as transferências do governo para a empresa, tal que, em geral, resulta numa tarifa superior ao custo marginal. Em segundo, o modelo apresenta dificuldade de sua implementação, tendo em vista os parâmetros envolvidos no modelo. Determinar o custo marginal de uma empresa requer da agência reguladora pleno conhecimento sobre custos operacionais, que nem sempre são verdadeiramente revelados pela empresa. Por outro lado, para se obter a elasticidade-preço da demanda de um bem é necessária a estimação de uma função-demanda. E por fim, o modelo Ramsey-Boiteux pressupõe uma função-custo exógena, no sentido em que gerentes e empregados não influenciam os custos da empresa. Similarmente, a função-demanda é independente de qualquer esforço empreendido pelo pessoal da empresa para elevar a qualidade. Com efeito, o modelo não faz qualquer menção sobre incentivos das firmas reguladas.

4 – DETERMINAÇÃO DO PREÇO RAMSEY-BOITEUX NO SETOR DE SANEAMENTO

4.1 – Determinação da Fórmula para o Preço Ramsey-Boiteux

Considerando-se a natureza operacional das empresas do setor de saneamento, esta seção emprega o modelo de regulação de preço Ramsey-Boiteux para determinar a tarifa que maximiza o bem-estar social sem inviabilizar o equilíbrio econômico-financeiro do setor.

A solução para a variável-preço na equação (4) é dada pela seguinte equação:

$$P_k(q_k) = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_k + \alpha} C'(q_k), \quad (5)$$

A substituição dos parâmetros λ e ε_k e da expressão para o $C'(q_k)$ em (5) fornece o valor do preço Ramsey-Boiteux, p^* , que maximiza a função bem-estar social dada em (1).

Por fim, a substituição de p^* em uma das funções de demanda expressas em (6) e (7) determina a quantidade, q^* , Ramsey-Boiteux, completando, assim, o par (p^*, q^*) que maximiza o bem-estar social com equilíbrio orçamentário.

4.2 – A estimação dos Parâmetros e das Equações do Modelo

De acordo com a expressão (5), os instrumentos necessários para a agência reguladora estabelecer o par preço-quantidade que maximiza o bem-estar, empregando o modelo Ramsey-Boiteux, são os seguintes: i) a função-demanda, a fim de obter a elasticidade-preço da demanda; e ii) a função-custo, que fornece o custo marginal. As subseções seguintes descrevem como tais instrumentos foram obtidos e empregados para efeito do propósito deste estudo.

4.2.1 – A função demanda de água

A maior parte dos estudos sobre estimativas de elasticidade-preço de consumo de água residencial conclui que a demanda deste bem é relativamente inelástica frente a variações de preços. Dois estudos, no país, que confirmam esta tendência são o de

Andrade et al. (1995) e o do BNB (1997). Já o estudo de Melo e Jorge-Neto (2007) chega a uma elasticidade-preço da demanda aproximadamente unitária.

Na função de demanda de água estimada por Andrade et al. (1995) para 27 municípios do Estado do Paraná, numa amostra com 5.417 observações, o valor médio da elasticidade-preço encontrado foi de -0,6247, de um intervalo que variava de -0,1652 a -0,6247. Consta também nesse estudo um quadro com várias estimativas de elasticidade-preço da demanda de água publicadas em periódicos internacionais entre os anos 1957 a 1982, todas situadas no intervalo de -0,267 a -0,76.

No estudo de demanda de água do BNB (1997), contemplando os municípios do Nordeste, foi estimado -0,5502 como o valor da elasticidade-preço da demanda de água, através do método dos mínimos quadrados ordinários. Foram estimadas duas funções, uma para a região do Semiárido e outra para fora, diferenciando-se apenas em relação ao parâmetro da elasticidade-renda, 0,21057 para o Semiárido e 0,2388 para a região fora do Semiárido. Os resultados da equação do BNB para a região fora do Semiárido estão apresentados na Tabela 1.

onde:

- i) O consumo domiciliar de água é medido em m³/família/mês;
- ii) O preço corresponde ao preço marginal d'água, a preços de ago./1996;
- iii) A renda corresponde à renda do domicílio, em R\$/mês e a preços de ago./1996;

- iv) Nº cômodos corresponde ao número de cômodos do domicílio e pode ser interpretado como uma variável *proxy* do número de pessoas na família ou ainda como um indicador de riqueza;
- v) O tempo de moradia da família no domicílio representa, por sua vez, uma “*proxy*” da variável número de pessoas na família. Com efeito, espera-se que uma família que habite um imóvel por mais tempo esteja mais consolidada, implicando numa correlação positiva no consumo de água;
- vi) *Dummy* esgoto é uma *dummy* que assume valor 1 para domicílios conectados à rede de esgoto e 0 para os domicílios não-conectados. Sabe-se que um domicílio conectado à rede tende a consumir mais água, uma vez que não sofre restrição de escoamento de águas servidas como aqueles não-ligados ou que utilizam fossas.
- vii) R² é o coeficiente de determinação e F a estatística de Snedecor;

O estudo de Melo e Jorge-Neto (2007), empregando o mesmo banco de dados do BNB (1997), mas aplicando o modelo de Burtless e Hausman, estimou dois valores para elasticidade-preço da demanda de água residencial: um valor de -1,007753 através de uma equação que incluía apenas três variáveis explicativas; e outro de -0,959679, através de uma equação que contemplava mais variáveis, porém restringindo a zero o intercepto da função. Os parâmetros estimados com a primeira equação estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 – Estimação da Função-Demanda de Água

| Variável Dependente | Constante | Preço* | Renda* | Nº Cômodos * | Tempo de Moradia * | Dummy Esgoto |
|------------------------|-----------|---------|--------|--------------|--------------------|--------------|
| Consumo* | 0,491 | - 0,550 | 0,239 | 0,0803 | 0,0179 | 0,269 |
| Estatística t | 2,81 | -14,95 | 7,20 | 5,02 | 7,74 | 2,91 |
| R ² =0,5213 | | | | F = 115,3442 | | |

Fonte: BNB (1997).

* Valores em Logaritmo.

Tabela 2 – Estimação da Função-Demanda de Água

| Variáveis | Coefficiente | Erro-padrão | Estatística z | Probabilidade |
|----------------------|--------------|--------------------------|---------------|---------------|
| Constante | 1,989894 | 0,155125 | 12,82764 | 0,0000 |
| Preço Marginal * | -1,007753 | 0,059472 | -16,94507 | 0,0000 |
| Renda virtual * | 0,081290 | 0,024496 | 3,318503 | 0,0009 |
| Dummy Semiárido | -0,045420 | 0,039405 | -1,152637 | 0,2491 |
| Erro Heterogeneidade | -0,071721 | 0,044732 | -1,603366 | 0,1089 |
| Erro Especificação | 0,188387 | 0,027855 | 6,763093 | 0,0000 |
| Log-verossimilhança | -688.5904 | Critério de Info Akaike | | 4,314226 |
| Log-verossim. média | -2,138479 | Critério de Schwarz | | 4,384559 |
| Nº de coeficientes | 6 | Critério de Hannan-Quinn | | 4,342305 |

Fonte: Melo e Jorge-Neto (2007).

* valores em logaritmos.

As variáveis mencionadas na Tabela 2 têm a mesma especificação dada na Tabela 1, com exceção da renda, que sofre uma transformação para se adequar ao modelo, denominando-se renda virtual.

Substituindo-se, nas Tabelas 1 e 2, os valores médios das variáveis renda (R\$307,96 família/mês), número de cômodos (4,47), tempo de moradia (10,13 anos) e percentual de domicílios conectados à rede de esgoto (39%), obtêm-se, respectivamente, as equações de demanda de água em função do preço para os estudos do BNB (1997) e de Melo e Jorge-Neto (2007) necessárias ao modelo Ramsey-Boiteux, a saber:

$$\ln Q = 2,6684 - 0,5502 \ln P \quad (6)$$

$$\ln Q = 2,4650 - 1,00775 \ln P \quad (7)$$

onde \ln expressa o logaritmo da variável quantidade Q , e da variável preço marginal, P .

4.2.2 – A função-custo de produção de água

Os custos marginais de produção de água empregados neste estudo foram estimados por Melo e Jorge-Neto (2007), através de uma fronteira estocástica de custo na forma funcional translog, envolvendo um painel de 44 companhias de saneamento do país – 25 estaduais e 19 municipais – para os anos de 1998 a 2001, totalizando 176 observações. A especificação econométrica dessa fronteira é a seguinte:

$$\begin{aligned} \ln[c(w, q, T) / w_3] = & \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln(w_1 / w_3) + \alpha_2 \\ & \ln(w_2 / w_3) + \delta_{12} \ln(w_1 / w_3) \ln(w_2 / w_3) + \\ & + 1/2[\delta_{11} \ln^2(w_1 / w_3) + \delta_{22} \ln^2(w_2 / w_3)] \\ & + \gamma_1 \ln q_1 + \gamma_2 \ln q_2 + 1/2(\gamma_{11} \ln^2 q_1 + \gamma_{22} \ln^2 q_2) + \\ & + \gamma_{12} \ln q_1 \ln q_2 + \lambda_{11} \ln q_1 \ln(w_1 / w_3) \\ & + \lambda_{21} \ln q_1 \ln(w_2 / w_3) + \lambda_{12} \ln q_2 \ln(w_1 / w_3) + \\ & + \lambda_{22} \ln q_2 \ln(w_2 / w_3) + \psi_1 T + \psi_2 T^2 + v \quad (8) \end{aligned}$$

onde:

- i) \ln é o logaritmo da variável que se segue;
- ii) c é custo anual total, em R\$ 1,00, incorrido pela companhia com os seguintes serviços: a) despesas de exploração (pessoal próprio, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada e outras despesas); b) serviços da dívida (juros e encargos); c) depreciação, provisão e amortização; e d) outras despesas;
- iii) q_1 é o volume anual de água faturado pelas companhias de saneamento, em mil m³;
- iv) q_2 é o volume anual de esgoto faturado pelas companhias de saneamento, em mil m³;
- v) w_1 é o custo médio anual, em R\$1,00, da mão-de-obra direta, obtido a partir da relação despesas com pessoal/ número de empregados próprios;

- vi) w_2 é o custo médio anual da energia elétrica, em R\$/MWh - Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) – consumo de serviços públicos, acrescido de um percentual que variava de 12% a 25%, correspondente à alíquota média do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS);
- vii) w_3 é o custo anual, em R\$ 1,00, da provisão para depreciação e amortização do ativo imobilizado, empregado como *proxy* do fator de produção capital;
- viii) T indica a variação tecnológica ao longo do tempo da função de produção.

A partir da equação (8), obtém-se o custo marginal de produção de cada bem pela diferenciação dessa equação em relação à quantidade, q_i , ou seja,

$$CMg_i = \frac{\hat{c}}{q_i} sq_i \quad (9)$$

onde \hat{c} é valor estimado do custo na equação (8) e sq_i é a elasticidade do custo em relação ao nível de produção do bem i definida por:

$$sq_1 = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln q_1} = \gamma_1 + \gamma_{11} \ln q_1 + (\gamma_{12} + \gamma_{21}) \ln q_2 + \lambda_{11} \ln w_1 + \lambda_{21} \ln w_2 + \lambda_{31} \ln w_3 \quad (10.A)$$

$$sq_2 = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln q_2} = \gamma_2 + \gamma_{22} \ln q_2 + (\gamma_{12} + \gamma_{21}) \ln q_1 + \lambda_{12} \ln w_1 + \lambda_{22} \ln w_2 + \lambda_{32} \ln w_3 \quad (10.B)$$

A substituição dos parâmetros envolvidos nas equações (9) e (10) pelos seus valores estimados na equação (8) resultam nos custos marginais de cada bem. A Tabela 3 reproduz os valores máximos, médios e mínimos desses custos para o caso de água, o bem cujas elasticidades-preço foram anteriormente apresentadas.

4.3 – Cálculo do par preço-quantidade Ramsey-Boiteux e do índice de Lerner

Para cada um dos três parâmetros requeridos no modelo (elasticidade-preço da demanda, preço social da restrição e custo marginal), será considerado um intervalo de valores, obtendo-se, com isso, os valores médios, máximos e mínimos do par preço-quantidade Ramsey e do índice de Lerner. Além disso, essa simulação permitirá que seja determinada a elasticidade do preço e da quantidade à variação naqueles parâmetros.

Na primeira simulação, admite-se que a magnitude da elasticidade-preço esteja compreendida no intervalo de valores apresentados nas Tabelas 1 e 2, ou seja, $\varepsilon_p \in (-0,55 - 1,00)$. Na segunda simulação, admite-se um intervalo para o número Ramsey dado por $\alpha \in (0,1 - 0,5)$, uma vez que seus extremos [0 e 1], conforme vistos na seção 3, implicam lucro econômico zero ou lucro máximo do monopólio. A terceira simulação foi construída para o intervalo de valores do custo marginal de produção de água do ano de 2001, apresentado na Tabela 3, ou seja, $CMg \in (449 - 1.299)$. E finalmente, na

Tabela 3 – Custos Marginais de Água. Em R\$1,00 por 1000m³ a Preços Correntes

| Serviço | Valor | Ano | | | |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Água | Máximo | 990,76 | 1119,41 | 1607,40 | 1298,57 |
| | Médio | 655,53 | 734,55 | 797,59 | 897,70 |
| | Mínimo | 276,93 | 262,81 | 364,32 | 449,00 |

Fonte: Melo e Jorge-Neto (2007).

quarta simulação, buscou-se determinar, através do modelo Ramsey-Boiteux, qual seria o valor de λ que levaria à quantidade mínima de água sugerida pela Organização Mundial de Saúde (OMS), de 65 ℓ /hab/dia,⁵ empregando-se, para esse fim, os valores médios do intervalo da elasticidade-preço da demanda e do custo marginal referentes ao ano de 2001.

Na Tabela 4, estão os valores médios, máximos e mínimos dos preços Ramsey e suas respectivas elasticidades, obtidos com as simulações anteriormente mencionadas. Assim, a primeira linha dessa tabela mostra, por exemplo, que o preço médio que maximiza o bem-estar social no setor de saneamento, mantendo-se o equilíbrio financeiro do setor, é de R\$ 1.552 por mil m^3 de água, enquanto a elasticidade desses preços à variação na elasticidade-preço da demanda é de -0,445. A segunda e terceira linhas mostram esses valores considerando-se, respectivamente, os valores médios dos intervalos dos demais parâmetros. E na última linha, os valores médios das três simulações.

Na Tabela 5, constam os valores das quantidades de água obtidos com a substituição do preço Ramsey, p^* , na equação (6) considerando-se as simulações acima mencionadas. Com a primeira hipótese, o valor médio para q^* foi de 11,43 m^3 por família/mês, ou seja,

cerca de 101,3 litros por habitante ao dia (ℓ /hab/d), considerando-se 3,76 habitantes por domicílios. (IBGE, 2001). Enquanto a flexibilidade da quantidade em relação à variação na elasticidade-preço da demanda é de 0,348. A média dos valores médios das quantidades Ramsey para todas as simulações está apresentada na última linha, que é de 12,18 m^3 por família/mês.

Ainda como resultado das três primeiras simulações, foram gerados os Gráficos 1, 2 e 3 do preço Ramsey-Boiteux como função de cada um dos parâmetros e dos seus respectivos intervalos de domínio. Pode-se observar, por esses gráficos, que o preço Ramsey se mostra mais sensível à variação na magnitude da elasticidade do que à variação no número Ramsey. A propósito, tem-se que a variação de 83,02% entre o limite inferior e o superior do intervalo da elasticidade-preço resulta numa variação de 36,98% a menor no nível daquele preço, ou seja, a flexibilidade do preço Ramsey em relação à elasticidade-preço da demanda é negativa em 0,445, enquanto a variação de 421% no intervalo do parâmetro α aumenta em somente 125,53% o preço, ou seja, uma elasticidade de 29,8%. Já a variação entre preço e custo marginal é de um para um em razão da própria fórmula Ramsey.

Em relação à quarta simulação, para um custo marginal médio de R\$ 898 e uma elasticidade média

Tabela 4 – Estimativas do Preço Ramsey-Boiteux para Água

| Simulação | Variação | Preço Ramsey (R\$1.000/ m^3) | | | |
|-----------|--|---------------------------------|--------|--------|--------------|
| | | Médio | Máximo | Mínimo | Elasticidade |
| (1) | Elasticidade, $ \varepsilon_p \in (0,55 \text{ } 1,01)$ (*) | 1 552 | 2 004 | 1 263 | -0,445 |
| (2) | Número Ramsey, $\alpha \in (0,1 \text{ } 0,5)$ (*) | 1 420 | 2 293 | 1 017 | 0,298 |
| (3) | Custo Marginal, $CMg \in (449 \text{ } 1.299)$ (*) | 1 344 | 2 159 | 747 | 1,000 |
| Média | | 1 439 | 2 152 | 1 009 | - |

Fonte: Calculado pelo Autor.

(*) tomando-se os demais parâmetros pelos valores médios dos seus respectivos intervalos, ou seja, com $\alpha = 0,31$ e $CMg = 898$, e $|\varepsilon_p| = 0,779$.

⁵ Em verdade, 65 é um número entre 50 e 100 litros de água – valores mínimo e ótimo – requeridos por dia para uma pessoa satisfazer sua necessidade diária de ingestão, higiene, banho e lavagem de roupas. (HOWARD; BARTRAM, 2009).

Tabela 5 – Estimativas da Quantidade Ramsey-Boiteux para Água

| Simulação | Valor do Parâmetro | Quantidade de Lerner (m ³ /família/mês) | | | |
|-----------|---|--|--------|--------|---------------|
| | | Médio | Máximo | Mínimo | Flexibilidade |
| (1) | Elasticidade, $ \varepsilon_p \in (0,55 \ 1,01)$ (*) | 11,43 | 12,68 | 9,83 | 0,348 |
| (2) | Número Ramsey, $\alpha \in (0,1 \ 0,5)$ (*) | 12,24 | 14,29 | 9,13 | -0,086 |
| (3) | Custo Marginal, CMg $\in (449 \ 1.299)$ (*) | 12,86 | 16,93 | 9,44 | -0,234 |
| Média | | 12,18 | 14,63 | 9,47 | - |

Fonte: Calculado pelo Autor.

(*) tomando-se os demais parâmetros pelos valores médios dos seus respectivos intervalos, ou seja, com $\alpha = 0,31$ e $CMg = 898$, e $|\varepsilon_p| = 0,779$.

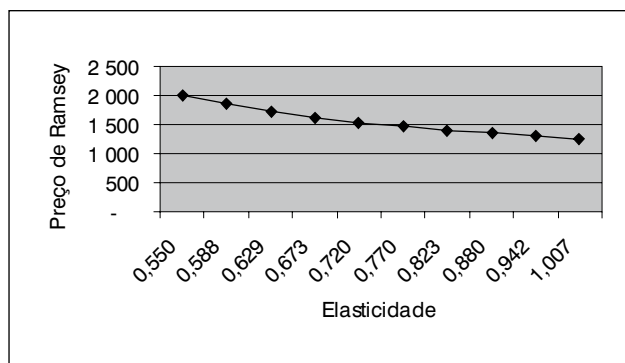


Gráfico 1 – Preço Ramsey-Boiteux em Função da Elasticidade-Preço da Demanda de Água

Fonte: Elaboração dos Autores.

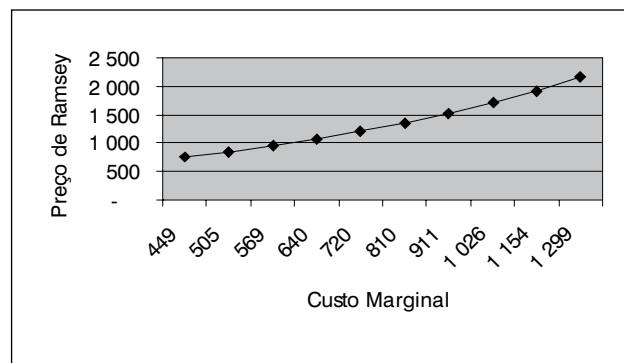


Gráfico 3 – Preço Ramsey-Boiteux em Função do Custo Marginal de Produção de Água

Fonte: Elaboração dos Autores.

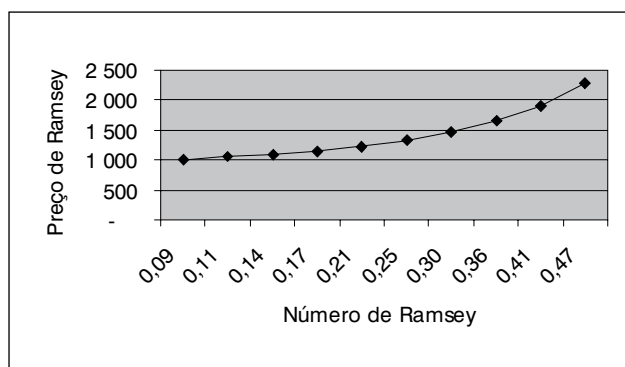


Gráfico 2 – Preço Ramsey-Boiteux em Função do Número de Ramsey

Fonte: Elaboração dos Autores.

de -0,779, o resultado é que, quando o preço social da restrição orçamentária λ atinge o valor de 0,71, correspondente a $\alpha = 0,42$, o consumo de água por habitante alcança o valor mínimo de 65 ℓ /hab/dia, recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e equivalente a 9,65 m³/família/mês pela estrutura funcional da equação (6). Para λ alcançar aquele valor, o preço Ramsey-Boiteux deveria ser aumentado para o nível de R\$ 1.915 por mil m³.

Finalmente, apresentam-se, na Tabela 6, os valores estimados para o índice de Lerner, considerando-se os mesmos intervalos de valores para a elasticidade-preço da demanda e para o parâmetro α . Observa-se que a variação para mais de 83,20% no parâmetro da

Tabela 6 – Estimativas do Índice de Lerner para as Companhias de Saneamento Básico

| Simulação | Valor do Parâmetro | Índice de Lerner | | | |
|-----------|--|------------------|--------|--------|---------------|
| | | Médio | Máximo | Mínimo | Flexibilidade |
| (1) | Elasticidade, $ \epsilon_p \in (0,55 \ 1,01)$ (*) | 0,425 | 0,564 | 0,308 | -0,546 |
| (2) | Número Ramsey, $\alpha \in (0,1 \ 0,5)$ (*) | 0,324 | 0,608 | 0,117 | 1,00 |
| Média | | 0,374 | 0,586 | 0,212 | - |

Fonte: Calculado pelo Autor.

(*) tomando-se os demais parâmetros pelos valores médios dos seus respectivos intervalos, ou seja, com $\alpha = 0,31$ e $CMg = 898$, e $|\epsilon_p| = 0,779$.

elasticidade-preço da demanda reduz o valor do índice de Lerner em 45,36%, o equivalente a uma elasticidade de -0,546, enquanto a flexibilidade deste índice em relação ao número Ramsey é positiva e unitária.

Os Gráficos 4 e 5 ilustram, respectivamente, o comportamento do índice de Lerner frente à variação nas variáveis elasticidade-preço da demanda e número de Ramsey.

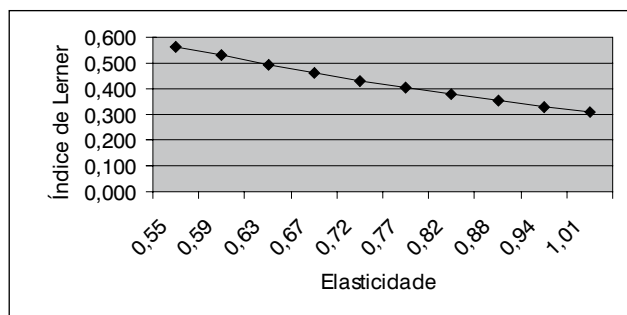


Gráfico 4 – Índice de Lerner em Função da Elasticidade-Preço da Demanda de Água

Fonte: Elaboração dos Autores.

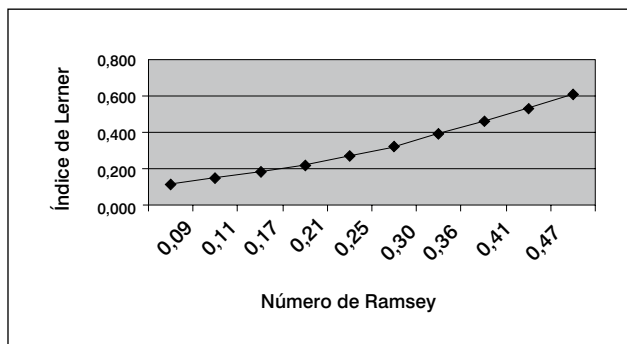


Gráfico 5 – Índice de Lerner em Função do Número de Ramsey

Fonte: Elaboração dos Autores.

4.4 – Análise dos Resultados e de suas Relações com a Eficiência Técnica no Setor de Saneamento

Cabe agora fazer uma análise comparativa entre os preços e quantidades Ramsey, estimados anteriormente, com o custo marginal e as tarifas efetivamente praticadas pelas companhias de saneamento, todos eles em preços correntes do ano de 2001. Em seguida, faz-se uma analogia dos resultados dessa análise com o nível de eficiência operacional do setor, estudado por Melo (2005).

O sumário dos valores médios do preço e da quantidade Ramsey, dos custos marginais e médios e das tarifas praticadas no setor, para o ano de 2001, está apresentado na Tabela 7. Um primeiro aspecto que se depreende desta tabela é o fato de o custo médio observado encontrar-se acima do custo marginal médio estimado. O que implica que, na ausência de transferências governamentais, a regulação de preço pela regra do custo marginal inviabilizaria, de fato, o setor.

Comparando-se o valor da primeira coluna com os da segunda, terceira e quarta colunas da Tabela 7, deduz-se que o preço médio Ramsey supera em 60,2% o custo marginal médio, em 25,1% o valor do custo médio observado e em 28,5% o valor médio da tarifa de água praticada no país, ou seja, para que as empresas do setor de saneamento alcançassem o equilíbrio financeiro, seria necessário um reajuste tarifário da ordem de 28,5% nas tarifas praticadas naquele ano. Por conseguinte, o consumo médio mensal de água das famílias, a quantidade Ramsey-Boiteux, cairia para um

Tabela 7 – Tarifas Nominais, Custos e Consumo de Água das Companhias de Saneamento Básico – Em 2001

| Valores em R\$ 1000 por m ³ | | | | Quantidades médias | |
|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | | | | Em m ³ por família/mês | |
| Preço Médio Ramsey (*) | Custo Marginal Médio Estimado | Custo Médio Observado (**) | Tarifa Média Praticada (**) | Ramsey (*) | Observado (**) |
| 1.439 | 898 | 1.150 | 1.120 | 12,18 | 14,3 |

Fontes: (*) Calculado pelo Autor.

(**) PMSS (2001), referem-se somente aos prestadores de abrangência regional.

patamar inferior em 17,4% ao observado naquele ano, passando de 14,3 para 12,18m³ por família ao mês.

Ressalta-se, contudo, que o valor do reajuste acima determinado, além de generalizado, está associado às condições operacionais vigentes do setor. Portanto, o primeiro passo em direção ao equilíbrio financeiro do setor de saneamento consiste em averiguar o nível de eficiência técnica do setor.

No estudo de Melo (2005), foi estimado, além de uma fronteira estocástica de custo, o nível de eficiência técnica presente no setor. Entendendo-se por eficiência técnica a habilidade de uma firma em obter o nível máximo de produção, dado o conjunto de insumos. E uma forma empregada para medir esta eficiência é pela razão entre o produto observado de cada firma e o custo mínimo potencial definido naquela fronteira para um dado vetor de insumos.

Os valores do índice de eficiência estimados por esse procedimento, para o ano de 2001, estão apresentados na Tabela 8, compreendendo as 44 companhias integrantes da amostra. O índice médio de eficiência para o conjunto de empresas foi de 0,78, sendo que a unidade representa a eficiência máxima. No estudo, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) foi a empresa mais eficiente, com um índice de 0,97. O menor índice foi de 0,17, obtido pela companhia de saneamento do Município de Moji Guaçu, em São Paulo.

As razões desse baixo grau de eficiência estão arroladas na Tabela 9. O nível de perdas de distribuição

de água chegou a alcançar 91% para algumas companhias, quando o percentual aceitável para o país não deveria ultrapassar 25%. Em média, as companhias perdiam 45,17% de toda água aduzida e tratada até chegar à porta do consumidor. A Tabela 9 ilustra ainda estatísticas sobre a evasão de receitas (receita operacional total menos arrecadação total)/(receita operacional total) e sobre o índice de hidrometração (percentual de medidores nas ligações), cujos valores médios foram de 13,3% e 85,05%, respectivamente.

Analisa-se a seguir a relação entre o grau de eficiência técnica e a determinação do preço Ramsey. Pela equação (9), observa-se que variações no grau de eficiência das empresas afetam o custo marginal através do termo \hat{c} , correspondente à estimação do valor de c na equação (8), por outro lado, foi visto que a elasticidade do preço Ramsey à variação do custo marginal é por definição positiva e unitária. Assim, um exercício interessante de análise consiste em determinar quais seriam os preços Ramsey que estariam associados aos custos marginais sob o contexto de eficiência máxima observada, no caso, o valor alcançado pela Cagece, de 0,97.

Este exercício se torna mais fácil agrupando-se as empresas de acordo com o porte de produção, ou seja, dadas as 44 empresas analisadas, estas são ordenadas e segmentadas em três faixas: pequenas, médias e grandes. Na Tabela 10, tem-se o resultado do primeiro passo dessa análise. Na primeira linha do corpo dessa tabela estão os valores médios, em percentuais, dos

Tabela 8 – Índices Médios Estimados de Eficiência Técnica das Companhias de Saneamento, Em 2001

| Ordem | Companhia | Índice de Eficiência | Ordem | Companhia | Índice de Eficiência |
|-------------------------|-----------------|----------------------|-------|--------------------|----------------------|
| 1 | Cagece/CE | 0,97 | 23 | Deso/SE | 0,87 |
| 2 | Cesan/ES | 0,96 | 24 | Cagepa/PB | 0,86 |
| 3 | Jundiaí/SP | 0,93 | 25 | Compesa/PE | 0,83 |
| 4 | Copasa/MG | 0,93 | 26 | Petropolis/RJ | 0,82 |
| 5 | Paraguá/PR | 0,93 | 27 | Limeira/SP | 0,81 |
| 6 | Cedae/RJ | 0,93 | 28 | Valinhos/SP | 0,81 |
| 7 | Sanepar/PR | 0,93 | 29 | Cosanpa/PA | 0,79 |
| 8 | Embasa/BA | 0,92 | 30 | Araçatub/SP | 0,79 |
| 9 | Uberlândia/MG | 0,92 | 31 | C.do Itapemerim/ES | 0,78 |
| 10 | Sabesp/SP | 0,92 | 32 | Agespisa/PI | 0,78 |
| 11 | Casan/SC | 0,91 | 33 | Poços de Caldas/MG | 0,77 |
| 12 | Sanesul/MS | 0,91 | 34 | Campinas/SP | 0,74 |
| 13 | Caern/RN | 0,91 | 35 | Corsan/RS | 0,69 |
| 14 | Caesa/AP | 0,90 | 36 | Marília/SP | 0,67 |
| 15 | S.Carlos/SP | 0,90 | 37 | Diadema/SP | 0,66 |
| 16 | Caema/MA | 0,90 | 38 | Uberaba/MG | 0,55 |
| 17 | Caesb/DF | 0,89 | 39 | Itabuna/BA | 0,52 |
| 18 | Casal/AL | 0,89 | 40 | Cosama/AM | 0,46 |
| 19 | Saneago/GO | 0,89 | 41 | Caerd/RO | 0,44 |
| 20 | Saneatins/TO | 0,88 | 42 | Santo André/SP | 0,32 |
| 21 | Juiz de Fora/MG | 0,88 | 43 | Resende/RJ | 0,31 |
| 22 | Caer/RR | 0,87 | 44 | Moji Guaçu/SP | 0,17 |
| Média da amostra | | | | | 0,78 |

Fonte: Calculado pelo Autor, a partir de dados de Melo (2005).

Tabela 9 – Indicadores de Desempenho Operacional nas Companhias de Saneamento Básico – Em 2001

| Índice | Valor em % | | | |
|------------------------|------------|-------|--------|---------------|
| | Máximo | Médio | Mínimo | Desvio-padrão |
| Perdas de distribuição | 91,40 | 45,17 | 5,30 | 15,75 |
| Evasão de receitas | 53,00 | 13,33 | 2,10 | 11,44 |
| Hidrometração | 100,00 | 85,05 | 26,50 | 20,04 |

Fonte: Brasil (1998, 2001).

índices de eficiência constantes na Tabela 8, de acordo com o porte da companhia. Na segunda linha, constam os valores correspondentes desses percentuais em relação ao valor eficiente. Enquanto a última linha mostra os percentuais necessários de aumento para

que cada grupo de empresas alcance o índice máximo de eficiência.

O passo seguinte consiste em calcular o custo marginal e o respectivo preço Ramsey associado ao nível de eficiência observado no ano 2001 para os três

Tabela 10 – Índices Estimados de Eficiência Técnica das Companhias de Saneamento de acordo com o Porte – Em 2001

| Discriminação | Porte da Cia | | |
|--|--------------|--------|--------|
| | Pequeno | Médio | Grande |
| (a): Índice médio de eficiência | 69,0% | 80,3% | 89,1% |
| (b) = (a)/0,97: Relação índice médio/índice máximo | 71,1% | 82,7% | 91,8% |
| (c) = [1 - 1/(b)]: Incremento necessário à eficiência máxima | 40,65% | 20,92% | 8,93% |

Fonte: Calculado pelo Autor.

Tabela 11 – Custos Marginais, Tarifas e Preços Ramsey de Água nas Companhias de Saneamento Básico. Em R\$ 1.000,00 – Ano 2001

| Discriminação | Porte da Cia | | |
|--------------------------|--------------|---------|---------|
| | Pequeno | Médio | Grande |
| Custo marginal observado | 867,78 | 845,81 | 992,72 |
| Tarifa média praticada | 874,02 | 1027,32 | 1156,98 |
| Preço Ramsey | 1442,92 | 1406,39 | 1650,66 |

Fonte: Calculado pelo Autor.

Tabela 12 – Custos Marginais, Tarifas e Preços Ramsey de Água nas Companhias de Saneamento Básico. Em R\$ 1.000,00 – Ano 2001

| Discriminação | Porte da Cia | | |
|--------------------------|--------------|---------|---------|
| | Pequeno | Médio | Grande |
| Custo marginal eficiente | 616,99 | 699,48 | 911,31 |
| Tarifa média praticada | 874,02 | 1027,32 | 1156,98 |
| Preço Ramsey eficiente | 1025,93 | 1163,07 | 1515,30 |

Fonte: Calculado pelo Autor.

segmentos de empresas, o que já possibilita fazer uma comparação desse custo com o preço Ramsey e com a tarifa média praticada naquele ano, de acordo com o porte da companhia. É isso que está apresentado na Tabela 11.

Na Tabela 12, repete-se o procedimento da tabela anterior, porém os valores referem-se ao custo marginal e ao preço Ramsey determinados sob um contexto de eficiência máxima do setor. Para isso, os valores estimados na fronteira de custos, o termo \hat{c}

da equação (9), foram multiplicados pelos valores constantes na segunda linha da Tabela 10.

Finalmente têm-se, na Tabela 13, os percentuais de reajustes necessários à equalização das tarifas vigentes com os preços Ramsey. Estes últimos determinados para dois contextos operacionais: o vigente, com alta ineficiência, e outro otimizado, com baixa ineficiência.

Portanto, uma comparação entre os valores constantes nas últimas linhas das Tabelas 10 e 13

Tabela 13 – Reajustes Requeridos para a Equalização das Tarifas com os Preços Ramsey de Água – Em 2001

| Reajuste requerido para alcançar o Preço Ramsey | Porte da Cia | | |
|--|--------------|--------|--------|
| | Pequeno | Médio | Grande |
| (a): Sobre o custo marginal vigente | 65,09% | 36,90% | 42,67% |
| (b): Sobre o custo marginal otimizado | 17,38% | 13,21% | 30,97% |
| (c) = (a)/(b): Relação reajuste vigente/reajuste eficiente | 3,75 | 2,79 | 1,38 |

Fonte: Calculado pelo Autor.

mostra que aumentos de 40,65%, 20,92% e 8,93% nos níveis de eficiências nas empresas de pequeno, médio e grande porte, respectivamente, reduzem o percentual de reajuste necessário para que essas empresas alcancem os seus equilíbrios financeiros, respectivamente, em 3,75, 2,79 e 1,38 vezes.

5 – CONCLUSÃO

O artigo iniciou ressaltando a necessidade de um marco regulatório para o setor de saneamento básico do país em função de duas importantes linhas de especificações inerentes à produção e ao bem ofertado. Por um lado, a tecnologia de produção de água é caracterizada por uma gama de fatores que leva o setor a operar sob regime de monopólio. Nesse regime, o preço tende naturalmente a se desviar do valor socialmente ótimo alcançado em mercados competitivos, com consequente redução do bem-estar social, medido pela denominada perda do peso morto do monopólio, ou seja, o equilíbrio natural do monopólio é produzir menos e a preço maior.

Por outro lado, trata-se de provisão de um bem essencial para satisfação das necessidades humanas, a água, cercado por fortes externalidades positivas em seu consumo. Assim sendo, o marco regulatório para a provisão dos serviços de abastecimento de água deve ter como meta maior a universalização do seu consumo, sempre tendo em mente tarifas socialmente justas.

O modelo de regulação de preço Ramsey-Boiteux prevalece sobre os demais para contextos de empresas multiprodutos. Sua aplicação pressupõe a existência

de uma agência reguladora que busca maximizar o bem-estar da sociedade condicionado ao equilíbrio orçamentário da empresa.

Sem desconsiderar suas restrições, a aplicação do modelo Ramsey-Boiteux de regulação de preço é certamente o que mais se aproxima da realidade do setor de saneamento no país. Assim acreditando, o estudo buscou reunir os instrumentos teóricos necessários para determinar o par preço-quantidade que maximizaria o bem-estar social em consumo de água potável fornecido pelas companhias de saneamento empregando o referido modelo.

Em função de discrepâncias na estimação do parâmetro elasticidade-preço da demanda de água para o país, optou-se pela adoção de dois estudos referenciais sobre o valor deste parâmetro. Com isso, a determinação do par preço-quantidade foi realizada para intervalos de valores em cada um desses parâmetros, inclusive para o custo marginal de produção de água. O par preço-quantidade Ramsey-Boiteux que maximizaria o bem-estar do consumidor garantindo o equilíbrio financeiro do setor como um todo foi uma tarifa de R\$ 1.439,00 por mil m³ e um consumo de 12,18m³/família/mês. Contra uma tarifa de R\$ 1.120,00 por mil m³ e um consumo de 14,3m³/família/mês observados no ano de 2001. Com isso, seria necessário, em termos gerais, um reajuste tarifário da ordem de 28,5% sobre a tarifa praticada no ano de estudo para que o setor alcançasse o seu equilíbrio financeiro. Foi visto, entretanto, que, previamente à implementação da reestruturação tarifária, faz-se necessário a adoção de medidas visando melhorar o nível de eficiência técnica do setor

de saneamento, cujos indicadores de desempenho operacional mostraram-se excessivamente baixos, a exemplo do nível de perdas de distribuição de água, no qual o setor vem perdendo 4,5m³ para cada 10m³ de água aduzida e tratada.

Por sua vez, a análise de sensibilidade do preço Ramsey-Boiteux mostrou que este é mais sensível à variação na elasticidade-preço da demanda de água do que à variação no número Ramsey. A relação entre a variação da elasticidade e a do preço Ramsey mostra que um aumento de 10% no primeiro parâmetro leva a uma redução de 4,45% no preço. Por outro lado, tem-se que esta medida de sensibilidade para um aumento de 10% no número Ramsey resulta num aumento em torno de 2,9% naquele preço.

Um resultado que interessa destacar é que, quando o preço social da restrição orçamentária chegar 0,71, o preço Ramsey-Boiteux leva ao nível mínimo de consumo de água sugerido pela OMS, da ordem de 65 litros por habitante ao dia.

Foram calculados ainda os valores para o índice de Lerner, objetivando medir o grau do poder de monopólio exercido pelo setor de saneamento. O resultado, obviamente, também depende dos valores assumidos para o parâmetro λ e para a elasticidade-preço da demanda. Com os valores adotados no estudo, o índice médio de Lerner para o setor encontra-se no intervalo [0,117 0,608], com valor médio de 0,374.

Finalmente, o ensaio conclui fazendo uma simulação sobre a necessidade de reajuste de preços frente a um contexto em que cada companhia de saneamento otimizasse seu grau de eficiência até que fosse alcançado o patamar da empresa mais eficiente. O resultado foi surpreendente, porque mostrou, por exemplo, que se as empresas de pequeno porte aumentassem em 40,65% seu nível médio de eficiência observado, a necessidade de reajuste da tarifa, para efeito de equalização da tarifa praticada com o preço Ramsey, cairia de 65,09% para 17,38%, enquanto, para as empresas de médio e grande portes, esses percentuais seriam, respectivamente, de 36,9% para 13,21% e de 42,67% para 30,97%, ou seja, nos três casos, as diferenças de reajustes seriam de 3,75, 2,79 e 1,38 vezes a menor.

ABSTRACT

This study aims to set up the price-quantity pair of drinking water that maximizes welfare in the country's basic sanitation, preserving finance sustainability in this sector. Technical constraints on distribution of water and sewerage make the sanitation companies operate under a monopoly regime. The solution to prevent the abuse of market power by this regime would be the price regulation by marginal cost; however, this solution does not guarantee finance sustainability. Based on this it will be used the Ramsey-Boiteux model of cost-of-service regulation. The main conclusion is that the necessity of tariff adjustment can be significantly reduced by incentive measures to reduce the high level of economic inefficiency observed in this industry.

KEY WORDS

Price regulation. Ramsey-Boiteux Price Rule. Monopoly, Lerner Index. Basic Sanitation.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. A. et al. Saneamento urbano: a demanda residencial por água. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 427-48, 1995.

BNB. **Estudo de demanda de água do Nordeste e atualização dos índices de custo-eficiência de projetos de esgotamento sanitário da região Nordeste do Brasil**. Fortaleza, 1997. Executado pela Empresa PBLM – Consultoria Ltda.

BRASIL. Presidência da República. **Programa de Modernização do Setor de Saneamento: PMSS: diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Brasília, DF, 1998.

_____. _____. Brasília, DF, 1999.

_____. _____. Brasília, DF, 2000.

_____. _____. Brasília, DF, 2001.

_____. _____. Brasília, DF, 2002.

HOWARD, G.; BARTRAM, J. **Domestic water quantity, service, level and health**. Geneva: WHO, 2003. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf>. Acesso em: 22 out. 2009.

IBGE. **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar 2007**. Rio de Janeiro, 2008.

LAFFONT, J. J.; TIROLE, J. **A theory of incentive in procurement and regulation**. Cambridge: MIT Press, 1993.

MELO, J. A. M. **Três ensaios sobre o setor de saneamento básico**: tecnologia de produção e eficiência, demanda e regulação econômica. 2005. 155 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MELO, J. A. M.; JORGE-NETO, P. M. Estimção de funções de demanda residencial de água em contextos de preços não-lineares. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 427-48, 2007.

SOUSA, E. B. Sugestões para uma nova política de saneamento básico urbano. In: IPEA. **Para a década de 90**: prioridades e perspectivas de políticas públicas. Brasília, DF, 1989.

WORLD BANK. **World development indicators**. [S.l.], 1998. Disponível em: <<http://www.worldbank.org>>. Acesso em: 5 jan. 2005.

Recebido para publicação em 12.11.2009