

# **BEM-ESTAR SOCIAL, REGULAÇÃO E EFICIÊNCIA NO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO**

José Airton Mendonça de Melo  
Doutor em Economia, CAEN/UFC  
Técnico do BNB e prof. substituto da UnB

Paulo de Melo Jorge Neto  
PhD. Economia, University of Illinois, EUA  
Prof. do CAEN/UFC

## **RESUMO**

Objetiva-se com este estudo determinar, através do modelo de regulação Ramsey-Boiteux, o par preço-quantidade de água que maximiza o bem-estar social no setor de saneamento básico, preservando o equilíbrio financeiro do setor. Restrições técnicas na distribuição de água e na coleta de esgoto levam as companhias de saneamento a operarem sob regime de monopólio. A solução para evitar o abuso de poder de mercado desse regime seria a regulação de preço pelo custo marginal, mas esta solução não garante o equilíbrio econômico-financeiro do setor. O resultado principal do estudo é que qualquer esquema de reajustamento tarifário deve ser precedido por medidas de incentivo à redução do grau de ineficiência econômica observada no setor.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Regulação de preço, preço Ramsey-Boiteux, monopólio, índice de Lerner e saneamento básico.

## **ABSTRACT**

This study aims to set up the price-quantity pair of water that maximizes welfare in the basic sanitation, preserving finance sustainability in this sector. Technical constraints on systems of water and sewerage make the sanitation enterprises 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. The main conclusion is that any scheme of tariff adjustment must be preceded by incentive measures to reduce the economic inefficiency observed in this industry.

## **KEY WORDS**

Price regulation, Ramsey-Boiteux price rule, monopoly, Lerner index, and basic sanitation.

**ÁREA 8** – Economia Industrial e da Tecnologia

**CLASSIFICAÇÃO JEL:** L51, L 95, D61

## 1. INTRODUÇÃO

Hoje, 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, são 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 idéia da importância dessa agenda, vale lembrar que 33% da população brasileira ainda não têm acesso à água potável e apenas 51,7% dessa população são atendidas por rede de esgotamento sanitário (PNAD, 2002). 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, PMSS, 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 é perdida na rede de distribuição. Quando 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) deve-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 infra-estrutura 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<sup>1</sup>. Sabe-se também que a regulação pelo custo médio não maximiza o bem-estar social, já que, em setores oligopolizados, o postulado do equilíbrio competitivo,  $p^* = CMg = CMe$ , 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 e Tirole, (1993), pág. 32], 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 monopólio exercido pelo setor. Na última seção, encontram-se as conclusões e comentários sobre os resultados obtidos no estudo.

## 2. REGULAÇÃO E SANEAMENTO BÁSICO NO PAÍS

Somente com a instituição do Plano Nacional de Saneamento, Planasa<sup>2</sup>, em 1969, que o país passou a contar com uma política nacional para o setor de saneamento, Sousa, (1989). Nesse plano,

<sup>1</sup> . Para ver como isso ocorre considere uma função-custo translog multiproduto,  $C$ , e observe que a elasticidade-custo do produto  $i$  qualquer,  $s_{qi}$ , é dada por

$$s_{qi} = \frac{\partial C}{\partial q_i} \frac{q_i}{C} = \frac{p_i q_i}{C} \text{ onde } p_i \text{ é preço do produto } q_i, \text{ e dado pelo custo marginal, } p_i = \partial C / \partial q_i$$

Por outro, sabe-se que o grau de retorno de escala global,  $rs$ , de uma firma multiproduto [Baumol, Ponzar e Willig, (1982)] é dado pelo recíproco do somatório das elasticidades-custos individuais dos produtos, ou seja,

$$rs = \frac{1}{\sum_i s_{qi}} = \frac{1}{\sum_i p_i q_i / C} = \frac{C}{R}$$

Logo, existem retornos crescentes de escala, ou seja,  $rs > 1$ , se e somente se a receita,  $R$ , gerada pela regulação via custo marginal for inferior ao custo total de produção, isto é,  $R < C$ .

<sup>2</sup> 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.

já se estabelecia que o setor deveria ser auto-sustentado, 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 estado 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 UPC (cerca de R\$ 23,772 bilhões, a preços atuais), sendo 69% em água e 31% em esgoto [BNH/CEF, apud Sousa (1989)]. Este modelo, contudo, não conseguiu transpor suas dificuldades de implementação, tal que, em 1990, sua estrutura foi completamente abandonada.

De qualquer forma, a extinção do Planasa deixou um vazio no setor de saneamento, tal que, entre 1990 e 1994, o setor experimentou sua maior crise de financiamento e os mais baixos níveis de investimento. Em parte agravada pela crise de solvência do FGTS. Com o início efetivo do PMSS, em 1994, novamente 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, sejam do Congresso, sejam do Poder Executivo, foram abortados. A definição da titularidade dos sistemas constitui ponto mais sensível do setor, pois 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 aprova 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, que, apesar de não haver tempo definido legalmente, os mesmos serão pressionados pelas novas regras a fazê-las 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 - se Estado ou município - nas regiões metropolitanas ou dos serviços de interesse de mais de um município. Essa questão aguarda definição do Supremo Tribunal Federal.

- ii) O titular do serviço terá que formular a política e o plano de saneamento básico de sua área, contendo as normas reguladoras que definirão os prazos e áreas atendidas, as metas de expansão, os sistemas de cobrança e reajuste, a política de subsídios, os mecanismos de controle social e as hipóteses de intervenção e retomada dos serviços. Também será preciso nomear a entidade de regulação e fiscalização, realizar estudo comprovando a viabilidade técnica e econômica da prestação universal dos serviços e promover previamente audiência pública sobre o edital de licitação nos casos de concessão e sobre a minuta do contrato.
- iii) O titular poderá prestar diretamente os serviços ou delegar os serviços 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.
- iv) Os subsídios serão instituídos para os usuários e localidades que não tenham condições de cobrir o custo integral dos serviços.
- v) A entidade reguladora precisa ter independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira. Incube a essa entidade a verificação do cumprimento dos planos de saneamento por parte das prestadoras de serviços, na forma das disposições legais, regulamentares e contratuais.
- vi) Serão realizadas audiências públicas para a concessão dos serviços, de debates sociais sobre planos de investimento e de relatórios, além do resgate dos direitos do consumidor, estabelecendo prazos aos prestadores de serviço para atendimento e realização de consertos e espaço para recorrer em casos de queixas.
- vii) Para facilitar o monitoramento e a avaliação da prestação dos serviços, a Lei institui o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa), que deverá coletar, sistematizar e disponibilizar dados sobre a prestação dos serviços públicos de saneamento, especialmente estatísticas e indicadores relevantes para a caracterização da demanda e da oferta. A responsabilidade pela organização do Sinisa será dos titulares, apoiados pela União.
- viii) 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. Segundo as razões do veto, não é de competência dessas 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, na medida em 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 transferência governamentais. Apesar dos esforços de reestruturação tarifária implementada a partir da segunda metade dos anos 90, o diagnóstico do setor em 2001 (PMSS, 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 nas regiões com maiores defasagens nas tarifas as que apresentam os menores índices de cobertura dos serviços, as regiões Norte e Nordeste.

### 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 de 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  $k$ . Represente a função-demanda inversa desse bem por  $P_k = P_k(q_k) = S'(q_k)$ <sup>3</sup>.

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.

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\{q_1, \dots, q_n\}} \left\{ \sum_k S_k(q_k) - C(q_1, \dots, q_n) \right\} \\ & \text{sujeito a} \\ & \sum_k P_k(q_k)q_k \geq C(q_1, \dots, q_n) \end{aligned} \quad (3.1)$$

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

$$L = \sum_k S_k(q_k) - C(q_1, \dots, q_n) + \lambda \left[ \sum_k P_k(q_k)q_k - C(q_1, \dots, q_n) \right] \quad (3.2)$$

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 (3.2) resulta na seguinte expressão.

$$(1 + \lambda)[P_k(q_k) - C'(q_k)] = -\lambda P'(q_k)q_k \quad (3.3)$$

O preço calculado em (3.3) é o preço ótimo de Ramsey-Boiteux. O rearranjo dessa equação, em que  $\varepsilon_p = -q_1'(p_k)[p_k/q_1(p_k)]$  representa a elasticidade-preço da demanda, leva ao denominado índice de Lerner, expresso a seguir.

$$\frac{P_k - C'(q_k)}{P_k} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\varepsilon_k} = \frac{\alpha}{\varepsilon_k} \quad \text{para todo } k = 1, 2, \dots, n. \quad (3.4)$$

<sup>3</sup> Lembrar que o excedente bruto do consumidor é dado por:

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

O índice de Lerner<sup>4</sup> 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 de 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.

O termo  $\alpha = \frac{\lambda}{1 + \lambda}$  é chamado de número de 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 disponibilidade 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 e 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 pagos pelo governo. O modelo de Ramsey-Boiteux exogenamente 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 obter a elasticidade-preço da demanda de um bem é necessária a estimação de uma função-demanda. E em terceiro, por que o modelo de Ramsey-Boiteux pressupõe uma função-custo exógena, no sentido em que os gerentes e empregados não influenciam nos 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 DE RAMSEY- BOITEUX NO SETOR DE SANEAMENTO

##### 4.1. Determinação da fórmula para o preço de 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 (3.4) é dada pela seguinte equação:

$$P_k(q_k) = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_k + \alpha} C'(q_k), \quad (4.1)$$

4 A aplicação do índice de Lerner, conforme assinalam PINDICK e RUBINFIELD (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.

A substituição dos parâmetros  $\lambda$  e  $\varepsilon_k$  e da expressão para o  $C'(q_k)$  em (4.1) fornece o valor do preço Ramsey-Boiteux,  $p^*$ , que maximiza a função-bem-estar social dada em (3.1).

Por fim, a substituição de  $p^*$  na expressão para  $P_k(q_k)$  determina a quantidade,  $q^*$ , de 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 expressão (4.1), os instrumentos necessários para a agência reguladora estabelecer o par preço-quantidade que maximiza o bem-estar empregando o modelo de 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 elasticidades de consumo de água residencial conclui que a demanda deste bem é relativamente inelástica frente a variações de preços, contudo, a amplitude do intervalo dessas estimativas é significativamente ampla.

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  $-0,76$ .

Já o estudo de demanda de água realizado pelo Banco do Nordeste, BNB (1997), contemplando toda a região Nordeste, estimou em  $-0,5502$  o valor da elasticidade-preço da demanda de água na região. No estudo, foram estimadas duas funções, uma para a região do semi-árido e outra para fora, diferenciando-se apenas em relação ao parâmetro da elasticidade-renda,  $0,21057$  para o semi-árido e  $0,2388$  para a região fora do semi-árido. A equação do BNB para a região fora do semi-árido é a seguinte.

$$\begin{aligned} \ln Q = & 0,491 - 0,550 \ln PMG + 0,239 \ln R + 0,0803 Com + 0,0179 T + 0,269 Desg & (4.2) \\ & (2,81) \quad (-14,95) \quad (7,20) \quad (5,02) \quad (7,74) \quad (2,91) \\ & R^2 = 0,5213 \quad F = 115,3442 \end{aligned}$$

onde:

- i)  $\ln$  expressa o logaritmo da variável que se segue;
- ii) os valores entre parênteses expressam as estatísticas t de Student sobre a nulidade dos parâmetros estimados;
- iii)  $R^2$  é o coeficiente de determinação e F a estatística de Snedecor;
- iv)  $Q$  é a variável dependente, o consumo domiciliar de água, medido em  $m^3/mês$ ;
- v)  $PMG$  é o preço marginal d'água, a preços de ago/1996;
- vi)  $R$  corresponde à renda do domicílio, em R\$/mês e a preços de ago/1996;
- vii)  $Com$  corresponde ao número de cômodos do domicílio e pode ser interpretada tanto como uma variável "proxi" do número de pessoas na família, quanto como um indicador de riqueza;



- viii)  $T$  corresponde ao tempo de moradia da família no domicílio, representando, por sua vez, uma “proxi” da variável número de pessoas na família; com efeito, espera-se que uma família que habita um imóvel por mais tempo esteja mais consolidada, implicando numa correlação positiva no consumo de água.
- ix)  $Desg$  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.

Tomando-se os valores médios estimados pelo estudo para as variáveis renda (R\$ 307,96 família/mês), número de cômodos (4,47), tempo de moradia (10,13 anos) e o percentual de domicílios conectados à rede de esgoto para a variável *dummy*, obtém-se a função-demanda de água particularizada para a variável preço, a saber:

$$\ln Q = 2,6684 - 0,5502 \ln P \quad (4.3)$$

onde novamente  $\ln$  expressa o logaritmo das variáveis quantidade,  $Q$ , e preço marginal,  $P$ . Assim, elasticidade-preço da demanda de água,  $\epsilon_p$ , corresponde a -0,5502.

#### 4.2.2. A função-custo de produção de água

Os custos marginais de produção de água empregados neste estudo foram estimados por Melo (2005), através de uma fronteira estocástica de custo na forma funcional translog que, segundo o autor, envolveu 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:

$$\begin{aligned} \ln[c(w, q, T) / w_3] = & \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln(w_1 / w_3) + \alpha_2 \ln(w_2 / w_3) \\ & + \delta_{12} \ln(w_1 / w_3) \ln(w_2 / w_3) + 1/2[\delta_{11} \ln^2(w_1 / w_3) + \delta_{22} \ln^2(w_2 / w_3)] \\ & + \gamma_1 \ln q_1 + \gamma_2 \ln q_2 + 1/2(\gamma_{11} \ln^2 q_1 + \gamma_{22} \ln^2 q_2) + \gamma_{12} \ln q_1 \ln q_2 \\ & + \lambda_{11} \ln q_1 \ln(w_1 / w_3) + \lambda_{21} \ln q_1 \ln(w_2 / w_3) + \\ & \lambda_{12} \ln q_2 \ln(w_1 / w_3) + \lambda_{22} \ln q_2 \ln(w_2 / w_3) + \psi_1 T + \psi_2 T^2 + v \end{aligned} \quad (4.6)$$

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 m<sup>3</sup>;
- iv)  $q_2$  é o volume anual de esgoto faturado pelas companhias de saneamento, em mil m<sup>3</sup>;
- 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 (ANEEL-consumo de serviços públicos), acrescido de um percentual que variava de 12% a 25%, correspondente à alíquota média do 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.

De posse da Equação (4.6), o custo marginal de produção do bem  $i$ ,  $CMg_i$  ( $i=1, 2$ , água e esgotamento) é obtido pela diferenciação daquela equação em relação à quantidade,  $q_i$ , ou seja,

$$CMg_i = \frac{\hat{c}}{q_i} sq_i \quad (4.7)$$

onde  $\hat{c}$  é valor estimado do custo na equação (4.6) e  $sq_i$  é a elasticidade do custo em relação ao nível de produção do bem  $i$ , ( $i=1, 2$ , água e esgotamento), definida por:

$$sq_1 = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln q_1} = \gamma_1 + \gamma_{11} \ln q_1 + (\gamma_{12} + \gamma_{21}) \ln q_2 + \lambda_{11} \ln w_1 + \lambda_{21} \ln w_2 + \lambda_{31} \ln w_3 \quad (4.8.A)$$

$$sq_2 = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln q_2} = \gamma_2 + \gamma_{22} \ln q_2 + (\gamma_{12} + \gamma_{21}) \ln q_1 + \lambda_{12} \ln w_1 + \lambda_{22} \ln w_2 + \lambda_{32} \ln w_3 \quad (4.8.B)$$

A substituição dos parâmetros envolvidos nas Equações (4.7) e (4.8) pelos seus valores estimados na Equação (4.6) resultam nos custos marginais de produção de água e de esgoto. Os valores máximos, médios e mínimos para o custo marginal de produção de água obtidos por Melo (2005) estão reproduzidas na Tabela 4.2.A seguinte.

**Tabela 4.2.A - Custos marginais de água a preços correntes**

**Em R\$ por 1000m<sup>3</sup>**

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 (2005).

### 4.3. Cálculo do preço e quantidade de Ramsey-Boiteux e do índice de Lerner

Por desconhecimento sobre estimativas de valores para a elasticidade-preço da demanda por serviços de esgotamento sanitário, a determinação do par preço-quantidade de Ramsey-Boiteux e do índice de Lerner se restringe ao serviço de abastecimento de água, referente ao último ano de dados disponíveis, 2001.

Para cada um dos três parâmetros requeridos no modelo (elasticidade, preço social da restrição e custo marginal), será considerado um intervalo de valores, obtendo-se com isso os valores médios, máximos e mínimos do preço e da quantidade de Ramsey e do índice de Lerner. Além disso, essa simulação permite 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 compreendido no intervalo de valores estimados através das equações (4.3) e (4.5), ou seja,  $\varepsilon_p \in (-0,55 - 1,00)$ . Na segunda simulação, admite-se que o intervalo de valores para o número de Ramsey,  $\alpha$ , seja dado por  $\alpha \in (0,1 - 0,5)$ . A terceira simulação foi construída para o intervalo de valores do custo marginal de produção água do ano de 2001, apresentado na Tabela 4.2.A, ou seja,  $CMg \in (449 - 1.299)$ . E finalmente na quarta simulação, buscou-se determinar, através do modelo de Ramsey-Boiteux, qual seria o valor de  $\lambda$  que levaria à quantidade mínima de água sugerida pela Organização Mundial de Saúde, OMS, empregando para esse fim os valores médios do intervalo da elasticidade-preço da demanda e do custo marginal, referente a 2001.

Na Tabela 4.3.A estão os valores médios, máximos e mínimos dos preços de 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<sup>3</sup> de água, enquanto que 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. Os valores médios das três simulações estão apresentados na última linha da tabela.

**Tabela 4.3.A – Estimativas do preço Ramsey-Boiteux para água potável por rede de abastecimento**

Simulação	Variação	Preço de Ramsey (R\$ 1000 m <sup>3</sup> )			
		Médio	Máximo	Mínimo	Flexibilidade
(1)	Elasticidade, $ \epsilon_p  \in (0,55 \ 1,01)$ (*)	1 552	2 004	1 263	-0,445
(2)	Número de Ramsey, $\alpha \in (0,1 \ 0,5)$ (*)	1 420	2 293	1 017	0,298
(3)	Custo Marginal, CMg $\in (449 \ 1.299)$ (*)	1 344	2 159	747	1,000
<i>Média</i>		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  $|\epsilon_p| = 0,779$ .

Na Tabela 4.3.B constam os valores das quantidades de água obtidos com a substituição do preço de Ramsey,  $p^*$ , na equação (4.3), considerando-se as simulações acima mencionadas. Com a primeira hipótese, o valor médio para  $q^*$  foi de 11,43 m<sup>3</sup> por família/mês, ou seja, cerca de 101,3 litros por habitantes ao dia (l/hab/d), considerando-se 3,76 habitantes por domicílios (IBGE-Censo 2001). Enquanto que a flexibilidade da quantidade em relação à variação na elasticidade preço da demanda é de 0,348. A média dos valores médios das quantidades de Ramsey para todas as simulações está apresentada na última linha, que é de 12,18 m<sup>3</sup> por família/mês.

**Tabela 4.3.B– Estimativas da quantidade Ramsey-Boiteux para água potável por rede de abastecimento.**

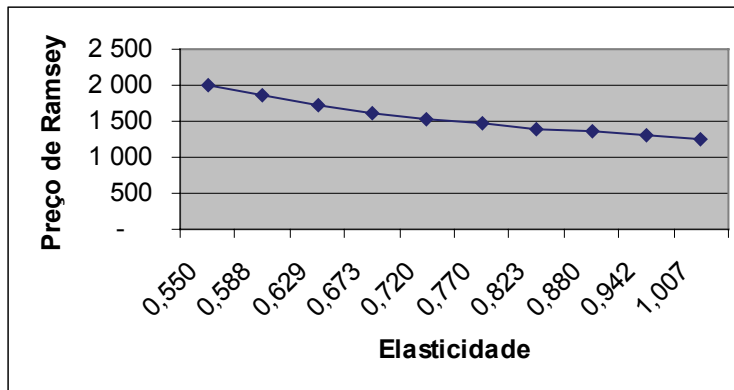
Simulação	Valor do Parâmetro	Quantidade de Lerner (m <sup>3</sup> /família/mês)			
		Médio	Máximo	Mínimo	Flexibilidade
(1)	Elasticidade, $ \epsilon_p  \in (0,55 \ 1,01)$ (*)	11,43	12,68	9,83	0,348
(2)	Número de Ramsey, $\alpha \in (0,1 \ 0,5)$ (*)	12,24	14,29	9,13	-0,086
(3)	Custo Marginal, CMg $\in (449 \ 1.299)$ (*)	12,86	16,93	9,44	-0,234
<i>Média</i>		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  $|\epsilon_p| = 0,779$ .

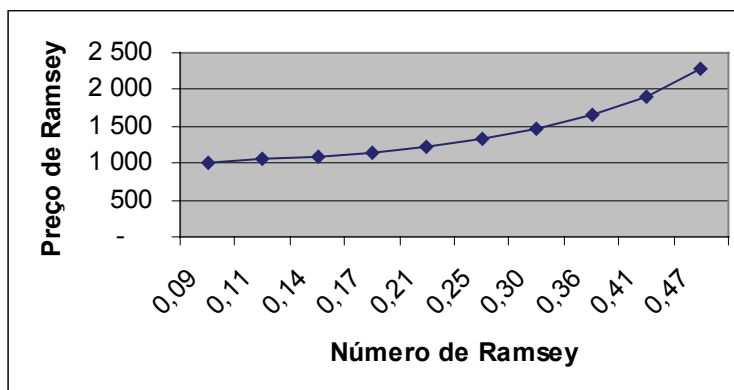
Ainda como resultado das três primeiras simulações, foram gerados os Gráficos 4.3.A, 4.3.B e 4.3.C do preço Ramsey-Boiteux como função de cada um dos parâmetros e dos seus respectivos intervalos de domínio. Pode-se observar por esses gráficos que o preço Ramsey se mostra mais sensível à variação na magnitude da elasticidade do que variação no número de 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 de Ramsey em relação à elasticidade-preço da demanda é negativa, -0,445;

enquanto que a variação de 421% no intervalo do parâmetro  $\alpha$  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 de Ramsey.

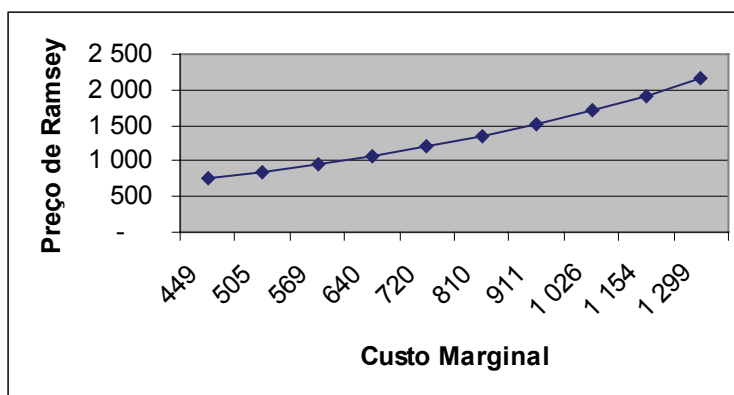
**Gráfico 4.3.A– Estimação do preço Ramsey-Boiteux em função da elasticidade-preço da demanda de água**



**Gráfico 4.3.B – Estimação do preço Ramsey-Boiteux em função dos custos sociais dos fundos públicos**



**Gráfico 4.3.C – Estimação do preço Ramsey-Boiteux em função do custo marginal de produção de água**



Em relação à quarta simulação, para um custo marginal médio de R\$ 898 e uma elasticidade média de -0,779, o resultado é que, quando o preço social da restrição orçamentária atinge o valor de 0,71, o consumo de água por habitante alcança o valor mínimo recomendado pela OMS, de 65

ℓ/hab/dia, o equivalente a 9,65 m<sup>3</sup>/família/mês pela estrutura funcional da Equação (4.3). Para este valor de  $\lambda$ , o preço Ramsey-Boiteux seria elevado para o nível de R\$ 1.915 por mil m<sup>3</sup>.

Já na Tabela 4.3.C seguinte ilustram-se os valores estimados para o índice de Lerner, considerando o intervalo de valores para a elasticidade-preço da demanda e outro para o parâmetro  $\alpha$ . Observa-se que a variação para mais de 83,20% no parâmetro da elasticidade preço da demanda reduz o valor do índice de Lerner em 45,36%, o equivalente a uma elasticidade de -0,546. Enquanto que a flexibilidade deste índice em relação ao número de Ramsey é positiva e unitária.

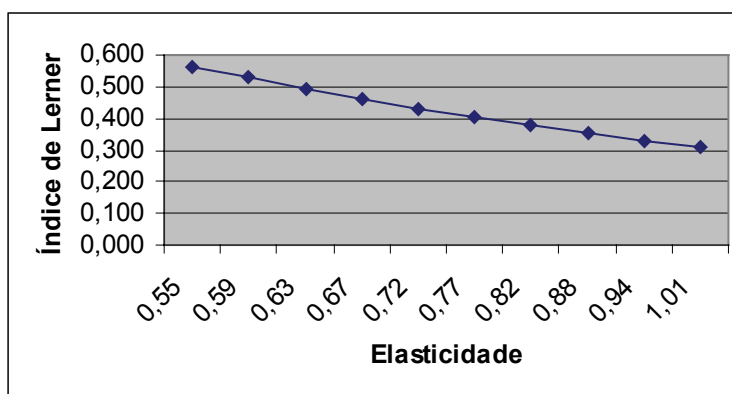
**Tabela 4.3.C – Estimativas do índice de Lerner para as companhias de saneamento básico**

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 de Ramsey, $\alpha \in (0,1 \ 0,5)$ (*)	0,324	0,608	0,117	1,00
Média		0,374	0,586	0,212	-

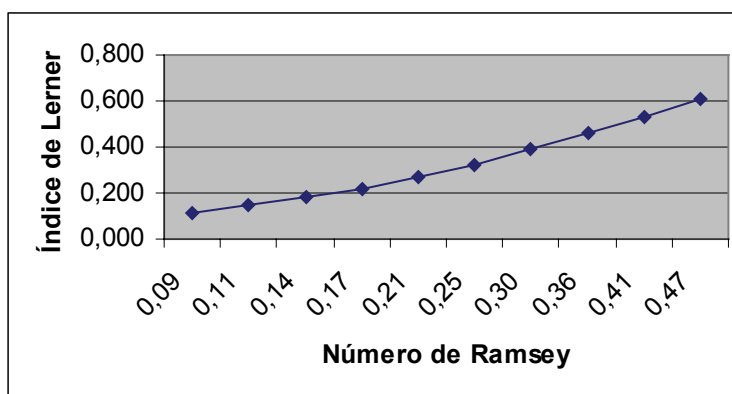
Fonte: Calculado pelo autor. (\*) tomando-se os demais parâmetros pelos valores médios dos seus respectivos intervalos, ou seja, com  $\alpha=0,31$  e  $CMg=898$ , e  $|\epsilon_p|=0,779$

Uma visualização do comportamento do índice de Lerner frente à variação nas variáveis elasticidade-preço da demanda e índice de Lerner consta nos Gráficos 4.3.D e 4.3.E seguintes, respectivamente.

**Gráfico 4.3.D – Estimação do índice de Lerner em função da elasticidade-preço da demanda de água**



**Gráfico 4.3.E – Estimação do índice de Lerner em função do número de Ramsey**



#### 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 de 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 de Ramsey, dos custos marginais e médios e das tarifas praticadas no setor, para o ano de 2001, está apresentado na Tabela 4.4.A. 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 o setor.

**Tabela 4.4.A – Tarifas nominais, custos e consumo de água das companhias de saneamento básico – Em 2001**

<i>Valores em R\$ 1000 por m<sup>3</sup></i>				<i>Quantidades médias Em m<sup>3</sup> por família/mês</i>	
<i>Preço Médio de Ramsey (*)</i>	<i>Custo Marginal Médio Estimado</i>	<i>Custo Médio Observado (**)</i>	<i>Tarifa média praticada (**)</i>	<i>Ramsey (*)</i>	<i>Observado (**)</i>
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.

Comparando-se o valor da primeira coluna com os da segunda, terceira e quarta colunas da Tabela 4.4.A, deduz-se que o preço médio de 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 alcancem o equilíbrio financeiro, faz-se 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 patamar inferior em 17,4% ao observado naquele ano, passando de 14,3 para 12,18 m<sup>3</sup> 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 de máximo de produção, dado o conjunto de insumo. 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 4.4.B, 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.

**Tabela 4.4.B – 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	Pocos 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	Marilia/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
<b>Média da amostra</b>					<b>0,78</b>

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

As razões desse baixo grau de eficiência estão arroladas na Tabela 4.4.C. O nível de perdas de distribuição de água chegou a alcançar 91% para algumas companhias, quando o percentual aceitável para país não deveria ultrapassar a 25%. Em média, as companhias perdiam 45,17% de toda água aduzida e tratada até chegar à porta do consumidor. A tabela 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.

**Tabela 4.4.C – 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: PMSS(1998 a 2001).

Analisa-se a seguir a relação entre o grau de eficiência técnica e a determinação do preço de Ramsey. Pela equação (4.7) 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 (4.6), por outro lado foi visto que a elasticidade do preço de 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 de 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 4.4.D, tem-se o resultado do primeiro passo dessa análise. Na primeira linha do corpo dessa tabela estão os valores médios, em percentuais, dos índices de eficiência constantes na Tabela 4.4.B, 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.

**Tabela 4.4.D - Índices estimados de eficiência técnica das companhias de saneamento de acordo com o porte - Em 2001**

Discriminação	Porte da Cia		
	<i>Pequeno</i>	<i>Médio</i>	<i>Grande</i>
(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.

O passo seguinte consiste em calcular o custo marginal e o respectivo preço de Ramsey associado ao nível de eficiência observado no ano 2001 para os três segmentos de empresas, o que já possibilita fazer uma comparação desse custo com o preço de Ramsey e com a tarifa média praticada naquele ano, de acordo com o porte da companhia. É isso que está apresentado na Tabela 4.4.E.

**Tabela 4.4.E – Custos marginais, tarifas e preços de Ramsey de água nas companhias de saneamento básico - Em R\$ mil, ano 2001**

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

Fonte: Calculado pelo autor.

Na Tabela 4.4.F, repete-se o procedimento da tabela anterior, porém os valores referem-se ao custo marginal e ao preço de 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 (4.7), foram multiplicados pelos valores constantes na segunda linha da Tabela 4.4.D anterior.

**Tabela 4.4.F – Custos marginais, tarifas e preços de Ramsey de água nas companhias de saneamento básico - Em R\$ mil, ano 2001**

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

Fonte: Calculado pelo autor.



Finalmente, têm-se na Tabela 4.4.G os percentuais de reajustes necessários à equalização das tarifas vigentes com os preços de Ramsey. Estes últimos determinados para dois contextos operacionais: o vigente, com alta ineficiência, e outro otimizado, com baixa ineficiência.

**Tabela 4.4.G– Reajustes requeridos para a equalização das tarifas com os preços de Ramsey de água nas companhias de saneamento básico - Em 2001**

Reajuste requerido para alcançar o Preço de Ramsey	Porte da Cia		
	<i>Pequeno</i>	<i>Médio</i>	<i>Grande</i>
(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.

Portanto, uma comparação entre os valores constantes nas últimas linhas das Tabelas 4.4.D e 4.4.G mostra que aumentos de 40,65%, 20,92% e 8,93% nos níveis de eficiências nas empresas de pequeno, média e grande porte, respectivamente, reduz 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 desviar do valor socialmente ótimo alcançado em mercados competitivos, com conseqüente 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 à 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 m<sup>3</sup> e um consumo de 12,18 m<sup>3</sup>/família/mês. Contra uma tarifa de R\$ 1.120,00 por mil m<sup>3</sup> e um consumo de 14,3 m<sup>3</sup>/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 4,5m<sup>3</sup> para cada 10 m<sup>3</sup> de água aduzida e tratada.

Por sua vez, a análise de sensibilidade do preço Ramsey-Boiteux mostrou que o mesmo é mais sensível à variação na elasticidade-preço da demanda de água do que à variação no número de Ramsey. A relação entre a variação da elasticidade e a do preço de 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 de 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  $\lambda$  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 de 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.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BAUMOL, WILLIAM J.; J.C.PANZAR, E ROBERT D.WILLIG. *Contestable Markets and the Theory of Industrial Structure*. New York: Harcourt Brace Javanovich. 1982.

Banco do Nordeste do Brasil, 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*. Executado pela empresa PBLM - Consultoria Ltda, Fortaleza, 1997.

LAFFONT J.J, TIROLE J. *A Theory of Incentive in Procurement and Regulation* Cambridge, Massachusetts: 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. 155p. Tese (doutorado em Economia). Universidade Federal do Ceará – CAEN. Curso de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2005.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO, PMSS, Presidência da República – Sec. Especial de Desenvolvimento Urbano/Departamento de Programas Especiais. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*. Presidência da República – Sec. Especial de

Desenvolvimento Urbano/Departamento de Programas Especiais, Brasília. 1998, 1999, 2000 e 2001. Brasília. 1998, 1999, 2000 e 2001.

SOUSA, E.B de. Sugestões para uma nova política de saneamento básico urbano. In *Para a década de 90: prioridades e perspectivas de políticas públicas*. Instituto de Planejamento Econômico e Social. Instituto de Planejamento – IPEA/IPLAN, Brasília, 1989

WORLD BANK, (1998), “*World Development Indicators*”. Disponível em <http://www.worldbank.org>. Acessado em 05.01.2005.