



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

# DETERMINAÇÃO DA TARIFA DE REUSO DE ÁGUA NO DISTRITO INDUSTRIAL DE FORTALEZA SOB A ÓTICA DO CUSTO MARGINAL DE LONGO PRAZO E DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO CONTINGENTE

## Determination of the water reuse fee at Fortaleza Industrial District at long term marginal cost and contingent evaluation method

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele<sup>1</sup>

### RESUMO

Nos últimos anos, as companhias estaduais de saneamento vêm restringindo seus investimentos, não somente porque os recursos necessários ao setor ultrapassam, em grande quantidade, as possibilidades clássicas de financiamento dos orçamentos nacionais, mas também pelo fato de que a solução tradicional de financiamentos externos tem seus limites. Observa-se ainda que a cobrança das tarifas, sem considerar o custo dos serviços prestados, vem ocasionando defasagens tarifárias que também representam transferências subsidiadas de recursos, inclusive para o setor privado. A partir da aplicação de duas metodologias distintas - o custo marginal de longo prazo e o método de avaliação contingente, conduziu-se este artigo, com o objetivo de apresentar os valores das tarifas a serem cobradas aos usuários do Projeto de Reuso de Água do Distrito Industrial de Fortaleza. Os valores encontrados foram estabelecidos para todas as alternativas do sistema de reuso de água. As alternativas 1 e 3 são as únicas que obtiveram um custo por m<sup>3</sup> próximo aos valores praticados em outros sistemas de porte, bem como dos valores de disposição a pagar, o que vem confirmar que os resultados atendem aos interesses dos prováveis usuários do projeto, pois a tarifa se situa dentro dos limites de comprometimento dos seus custos industriais.

**Palavras-chave:** reuso da água, tarifa, custo marginal de longo prazo, avaliação.

### ABSTRACT

In the last years sanitation companies have restrained their investments, not just due to the fact that the necessary resources of the sector exceed by far the classic possibilities of the national budgets financing, but also due to the fact that the traditional solution of external financings have their restrictions. It is also observed that the charges of tariffs, not considering the cost of the services done, have caused imbalances which also represent subsidized allocation of resources, mainly to private sector. From the application of two distinct methodologies - the long-term marginal cost and the contingent valuation method, this article has aimed to present tariff values to be charged from users of the Water Reuse of the Industrial District of Fortaleza Project. The amounts found have been established for all alternative systems of water reuse. The alternatives 1 and 3 were the only ones which obtained a cost per m<sup>3</sup> next to the values in use in other transport system, as well as of the disposition values to pay. This confirms that the results come to answers the interests of the users for the project, once the charged tariff ranges within the limits of accomplishment of the their industrial costs.

**Key words:** water reuse, tariff, long term marginal cost, evaluation.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os serviços de abastecimento de água são tradicionalmente prestados por companhias municipais e estaduais, cujas operações de captação, estocagem, tratamento e distribuição de água são financiadas por meio de tarifas.

O problema é que as estruturas tarifárias atuais, em geral, não vêm garantindo os recursos necessários para a expansão dos próprios sistemas de abastecimento. Na realidade, as estruturas tarifárias brasileiras têm criado uma defasagem entre o nível ótimo da oferta desses serviços e o nível de recuperação dos custos, o que é talvez reflexo direto da falta de atenção ao mecanismo de mercado como

sinalizador dos preços. Por essa razão, argumenta-se que existe uma diferença acentuada entre os níveis de serviços que os usuários desejariam obter e quanto eles estariam dispostos a pagar (CARRERA-FERNANDEZ, 1997).

É cada vez mais consensual que uma política racional dos recursos hídricos não deve se abster da idéia de que a água tem funções e valores econômicos. Sob a hipótese de torná-la escassa e limitar o seu uso para as gerações futuras, torna-se imprescindível valorá-la pois, em caso contrário, corre-se o risco de provocar uma demanda excessiva que pode levar à degradação e/ou exaustão total (FONTENELE, 1999).

Esta idéia recente de atribuir aos recursos hídricos valores comparáveis àqueles atribuídos aos demais bens

---

<sup>1</sup>Dr. em Economia – Universidade de Paris XIII, Professor Titular da Universidade de Fortaleza/UNIFOR – Av. Washington Soares, 1321 – Fortaleza, CE – 60811-905 – fontenele@unifor.br

Recebido em 30/10/05 e aprovado em 22/06/07

e serviços transacionados no mercado não apresenta, porém, um consenso quanto à metodologia a ser adotada, não somente conceitual - para fins de cálculo da divergência entre preços sociais e os preços de mercado - mas sobretudo pelo fato das diferentes particularidades de cada região.

No entanto, visto numa perspectiva de desenvolvimento sustentável<sup>2</sup>, tem-se tornado consensual atribuir um novo comportamento ao tratamento das questões hídricas, levando-se em conta a necessidade de gerenciamento dos recursos naturais dentro de critérios de eficiência e equidade, o que supõe inclusive o estabelecimento de novos preços relativos que possam refletir essas preocupações.

Isto pode significar que essas regiões tendem a gerar conflitos futuros em relação aos usos múltiplos da água e que a solução, mormente à necessidade de investimentos para ampliação da oferta hídrica, deve ser acompanhada de uma adequada política de financiamento para o setor. Para regiões semi-áridas, a determinação de um preço justo e a efetiva cobrança passa a ser um instrumento de fundamental importância na gestão dos recursos hídricos.

Assim, objetivou-se neste trabalho, não apenas propor valores tarifários para o Projeto de Reuso de Água do Distrito Industrial de Fortaleza, mas também subsidiar, em termos metodológicos, a valoração desse recurso natural.

## 2 ASPECTOS ECONÔMICOS DO DIREITO DE USO DE ÁGUA

A partir dos anos 50, deu-se início às discussões sobre metodologias que deveriam ser seguidas para tratar da política de preços públicos. A controvérsia girava em torno de dois pontos de vistas diferentes. O primeiro, fundamentado na teoria econômica, buscava a eficiência na alocação de recursos públicos; determinava que o ideal do ponto de vista econômico é que as tarifas cobradas aos usuários dos serviços prestados correspondessem aos custos marginais respectivos de produção dos mesmos. Ou seja, a idéia é que a receita obtida com a venda da unidade do serviço deveria ser

igual ao valor dos recursos que foram empregados para produzi-la. O segundo, mais restrito, argumentava que o objetivo da política de preço público seria cobrir os custos de produção, de tal maneira que o usuário só deveria pagar uma proporção “justa” destes custos, que se basearia no custo médio de produção (BOLAND & WIHTTINGTON, 2000).

Deve-se ressaltar, ainda, que a determinação do preço “ótimo” da água não significa, na prática, que seja assegurado as eficiências econômica, distributiva e ambiental, no uso dos recursos hídricos. Tratando-se de um recurso natural renovável que apresenta um caráter social com peculiaridades próprias, principalmente em regiões que apresentam déficits hídricos como o Nordeste brasileiro, a adoção de uma política de preço igual ao custo marginal de longo prazo se vislumbra como pouco factível de ser implementada. Isto se deve não somente ao caráter social envolvido na questão hídrica, mas também por situarmos numa economia marcada pela existência de mercados regulamentados, com retornos crescentes de escala e externalidades tecnológicas (CARRERA-FERNANDEZ, 1997).

Em termos metodológicos, duas abordagens são habitualmente utilizadas para se determinar o valor que o usuário deve pagar por cada m<sup>3</sup> de água que utiliza: a do valor econômico e a do custo de oferta da água (RIBEIRO et al., 1998a).

Na primeira abordagem a cobrança pelo uso da água se baseia na ótica da teoria neoclássica, onde a idéia dominante é a de que o valor real da água, para efeito de troca, fundamenta-se na avaliação subjetiva dos usuários da água e que o livre jogo de mercado identifica um preço resultante do equilíbrio entre oferta e demanda. Na segunda abordagem, porém, o valor da água é obtido pelo custo de oferta, valor este que corresponde ao montante de recursos arrecadados que permita a recuperação dos investimentos e o financiamento de novas obras do sistema hídrico.

Dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, a necessidade de atribuir-se valor ao uso de bens naturais, que promova a eficiência econômica conjugada com a preocupação ambiental, ressurge com uma aplicação prática dos conceitos da teoria do bem-estar social desenvolvidos, inicialmente, pelo economista inglês Pigou (1920). Segundo o autor, nos preços dos bens e serviços devem ser incorporados, de forma integral, os custos sociais, inclusive aqueles relacionados à poluição, à exploração e à degradação dos recursos naturais e ambientais.

<sup>2</sup>Nos termos do Relatório Brundtland (1987) ou “Nosso Futuro Comum”, “Desenvolvimento Sustentável”, citado em Barbieri (1997, p. 9), é definido como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras também atenderem às suas”.

A solução fiscal proposta por Pigou (1920) foi criticada, posteriormente, por Coase (1960). Este autor explica que é a falta de uma definição dos “direitos de propriedade” que inviabiliza qualquer negociação direta entre os poluidores e as vítimas. Na ausência de custos de transação, Coase postula a existência de interesse econômico entre estes até que se atinja um nível de poluição aceitável, o qual é obtido num processo de livre negociação entre as partes<sup>3</sup>.

Utilizando-se da primeira abordagem, fundamentada na teoria econômica, o valor do custo da água pode ser obtido a partir dos seguintes métodos (RIBEIRO et al., 1998b):

- **Custo de Oportunidade:** a estimativa do valor da água é obtida através da avaliação do custo de oportunidade da água em cada uso, o que corresponde ao benefício do seu uso na melhor alternativa existente e que não é suprida, devido ao esgotamento do recurso. No Brasil pode-se citar o trabalho desenvolvido por Carrera-Fernandez (1997) para as bacias do Alto Paraguaçu e Itapicuru no Estado da Bahia;
- **Método de Avaliação Contingente:** a curva de demanda para o bem natural é derivada de informações obtidas por meio de entrevistas. A técnica de valoração contingente, um instrumento de pesquisa que é usado para estimar a disposição a pagar (DAP) por serviços naturais e de meio ambiente, tem se desenvolvido rapidamente. Este método tem sido mais utilizado na determinação da DAP de projetos de esgotamento sanitário, tais como a pesquisa feita para a cidade de Fortaleza no projeto SANEAR (INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK, 1992). Uma aplicação do método de avaliação contingente em recursos hídricos pode ser encontrada em Piper&Martin (1997);
- **Valor de Mercado:** uma outra forma de determinar o valor da água é através de um mercado de livre negociação, onde o preço seria fixado, automaticamente, pelas leis de mercado. Países como os Estados Unidos, Austrália, Chile, Peru e México possuem experiências de mercados de águas (SIMPSON & RINGSKOG, 1997; STRINGER, 1995);
- **Método do Custo de Viagem (*Travel Cost*):** uma das formas de medir o valor da água, para fins de avaliação dos benefícios associados ao uso de mananciais hídricos para atividades recreativas ou turísticas, é a chamada técnica do custo de viagem. Aplicações do método do custo de viagem podem ser encontradas nos trabalhos de Bateman (1993) e Turner & Postle (1994);
- **Método dos Preços Hedônicos:** este método, também conhecido como técnica do preço da propriedade, utiliza as técnicas de mercados de recorrência – no caso o mercado de imóveis - e permite isolar as diferenças nos preços dos

imóveis do efeito resultante do nível de qualidade ambiental. Para uma excelente análise do método dos preços hedônicos, sugere-se verificar os trabalhos de Kanemoto (1988) e McConnell (1997).

O emprego dos métodos de mercados hipotéticos, apesar do desenvolvimento conceitual e prático ocorrido nesses últimos anos, tem sido objeto de uma série de críticas quanto às suas limitações, destacando-se a questão da subjetividade dos conceitos de utilidade e disposição para pagar, e a imprecisão no tratamento das questões relacionadas à equidade social e também a indefinição da taxa de desconto (MOTTA, 1990).

### 3 ESTUDOS DISPONÍVEIS CONCERNENTES À VALORAÇÃO DA ÁGUA

Os estudos sobre valoração da água podem ser classificados de diferentes formas (AMARAL, 2000). Segundo a autora<sup>4</sup>, os primeiros trabalhos, publicados durante a década de setenta, testaram a hipótese da inelasticidade do preço da demanda de água residencial e tinham preocupação em determinar quais variáveis eram relevantes para explicar sua demanda e seu preço. Os trabalhos de Taylor (1975) e Nordin (1976), uma vez que a estrutura da tarifa é em blocos, levantam outra questão bastante discutida na literatura, que é sobre qual preço o consumidor reage, se é ao preço médio ou marginal. Além da percepção do preço pelo consumidor, existe o problema econométrico da simultaneidade na determinação do preço pago e da quantidade consumida.

Vários trabalhos têm discutido qual preço o consumidor leva em consideração, se é o preço médio ou o preço marginal, na medida em que o valor cobrado varia por faixa de consumo. Gottlieb (1963) utiliza o preço médio na determinação da curva de demanda de água. Taylor (1975) publicou o clássico artigo sobre demanda por eletricidade nos Estados Unidos, onde constatou que,

<sup>3</sup>Para uma descrição do teorema e suas críticas, ver PEARCE, D. W.; TURNER, K. **Economics of natural resources and the environment**. Londres: Harvester Wheatsheaf, 1990. e, BAUMOL, W. J.; OATES, W. E. **The theory of environmental policy**. Cambridge: Cambridge University, 1988.

<sup>4</sup>A revisão bibliográfica é parte componente da tese de doutorado da autora, cujo objetivo foi de analisar os efeitos dos componentes sazonais e de ciclo-tendência do consumo de água e estimar a demanda de água residencial total e média para a cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, utilizando métodos de séries temporais e X11, no período de 1990 a 1999.

quase todos os artigos publicados sobre demanda usavam o preço médio como variável explicativa, o que contradiz a teoria econômica. Porém, além da inclusão do preço marginal nos modelos, esse autor defende a utilização de uma outra variável, preço médio ou despesa total, para captar o efeito da mudança na renda, causada pela alteração de preço entre a faixa de consumo.

Os trabalhos de Nordin (1976) se situam nas idéias de Taylor (1975) em trabalhar com o preço marginal, porém defende a inclusão de mais uma variável chamada “diferença”, que é a diferença entre a conta paga e o produto do preço marginal pela quantidade consumida. Adotando esse procedimento, torna-se possível captar o efeito-renda, proveniente da mudança da faixa de consumo.

Um dos primeiros trabalhos realizados no Brasil sobre demanda de água é o de Andrade et al. (1996), com dados obtidos através de amostragem em 27 municípios do Paraná, onde foram levantadas 5.417 residências. As variáveis explicativas do modelo são: preço marginal, diferença intramarginal, renda familiar e o número de pessoas residentes. O modelo foi calculado para amostra geral e para sub-amostras, de acordo com as classes de renda. A elasticidade-preço em todas as amostras foi, em módulo, menor que um, e maior na camada de baixa renda. As variáveis renda e número de pessoas residentes apresentam elasticidades muito próximas de zero, significando que essas variáveis têm pouca influência no consumo de água. Esse resultado está de acordo com vários outros autores, entre os quais Billing & Agthe (1980), Mattos (1998); Foster & Beattie (1981). Ainda, segundo os autores, a principal crítica que pode ser feita na análise é que não houve variação de preço na amostra e os preços diferiram somente entre blocos.

Mattos (1998) estima a equação de demanda residencial de água, para o município de Piracicaba, usando o modelo proposto por Nordin (1976). Muito embora haja limitação de dados existentes, a autora utiliza os diferentes métodos de estimação: OLS, variável instrumental e mínimos quadrados em dois estágios. Os métodos de variáveis instrumentais foram superiores ao OLS, confirmado pelo teste de Hausman. As únicas variáveis significativas foram preço marginal e diferença. Os resultados encontrados para o Brasil são semelhantes aos demais, isto é, não existe igualdade dos valores absolutos e sinais contrários nos coeficientes estimados para diferença intramarginal (diferença entre o valor da conta cobrado ao preço marginal e o valor da conta cobrado ao usuário) e renda.

Para a região de Subaé, Estado da Bahia, Carrera-Fernandez & Menezes (2000) estudaram os determinantes

da disponibilidade a pagar pelo serviço de abastecimento de água e a demanda de água potável, pelo método de valoração contingente. Os autores constataram que a disposição a pagar dos consumidores do serviço de água era inferior ao necessário para melhorar o abastecimento e atender à toda a população. Os autores alertam ainda que deve haver uma grande participação do poder público para melhoria e ampliação dos sistemas de abastecimento público de água potável, pois os consumidores não estão dispostos a aumentarem os preços da fatura, para cobrir os investimentos necessários.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Estudo de caso

O estudo iniciou-se pela pesquisa bibliográfica e documental possibilitando, pela sua leitura e discussão dos textos, o conhecimento de algumas pesquisas realizadas. Vale salientar que, especificamente na questão de reuso de água na indústria, não se encontrou antecedentes no Brasil de pesquisas dessa natureza. Na verdade, as pesquisas consultadas se concentram no consumo residencial.

Nesta pesquisa, foram utilizados os 7 (sete) documentos que compõem os “Estudos para a Implantação de um Sistema de Produção e Distribuição de Água Recuperada para Reuso Industrial a partir do Efluente Tratado da ETE do Sistema Integrado do Distrito Industrial”, realizados pelo Consórcio Magna Engenharia Ltda. e Engesoft – Engenharia e Consultoria Ltda para a CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE/ENGESOF, 2002).

Do conjunto de documentos apresentados, destaca-se o Relatório Nº 2 – Diagnóstico Técnico da Demanda do Produto, que faz uma análise da pesquisa de campo, realizada no Distrito Industrial de Fortaleza, junto ao universo dos 79 estabelecimentos industriais em atividade, localizados naquele espaço produtivo. O objetivo desse levantamento de dados foi obter as informações sobre o perfil do usuário de água, procurando identificar as necessidades atuais e potenciais desse produto em termos de qualidade e quantidade. Procurou-se também detectar a disposição para pagar pelo reuso de água, na hipótese de que este produto seria ofertado pela CAGECE dentro de padrões adequados aos diversos tipos de consumo, conforme metodologia descrita na seção 3.3.

O atual abastecimento de água tratada do distrito industrial é feito a partir do Sistema Geral de Fortaleza, que abastece também setores de Caucaia e Pacatuba. A

COGERH – Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – é quem gerencia a distribuição da água bruta no Distrito Industrial. O consumo de água bruta e de fontes alternativas responde por 91% do volume total de água consumido, sendo que o setor de têxteis é o maior consumidor de água do Distrito, respondendo por 54% do total consumido. A demanda potencial para a água de reuso é a proveniente da substituição da água bruta, atualmente consumida pelas indústrias não ligadas à produção de bebidas ou gêneros alimentícios. Assim, para as 79 empresas industriais que responderam à pesquisa foram estimadas uma demanda potencial de: consumo total de água bruta igual a 282.000 m<sup>3</sup>/mês ou 148 l/s (22 dias).

No que se refere à concepção das alternativas do sistema de distribuição, o Projeto de Engenharia indicou diversas concepções das alternativas de tratamento proposto (padrão 1 – com lagoa; padrão 1 – sem lagoa; padrão 2 – com lagoa; padrão 2 – sem lagoa; padrão 3 – com lagoa; padrão 3 – sem lagoa), descritas no Relatório n.º 3, e das alternativas de distribuição (alternativas 1 e 2). A Tabela 1 registra as inúmeras possibilidades do projeto de reuso:

**TABELA 1** – Alternativas Seleccionadas para Determinação da Viabilidade Econômico- Financeira do Projeto de Reuso.

Alternativas	Tratamento	Distribuição
1	Padrão 1 – Com Lagoa	1
2	Padrão 1 – Sem Lagoa	1
3	Padrão 2 – Com Lagoa	1
4	Padrão 2 – Sem Lagoa	1
5	Padrão 3 – Com Lagoa	1
6	Padrão 3 – Sem Lagoa	1
7	Padrão 1 – Com Lagoa	2
8	Padrão 1 – Sem Lagoa	2
9	Padrão 2 – Com Lagoa	2
10	Padrão 2 – Sem Lagoa	2
11	Padrão 3 – Com Lagoa	2
12	Padrão 3 – Sem Lagoa	2

Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4.2 Metodologia de cálculo da tarifa de água com base no custo marginal de longo prazo

Diversas fórmulas de cálculo são propostas para estimar o custo marginal de longo prazo (CMLP) da água. Segundo Winpenny (1994), Duborg (1995) e Herrington (1997), o CMLP é o mais adequado, pois o mesmo

incorpora, implicitamente, em seu cálculo os objetivos de eficiência econômica e ambiental. Em Duborg (1995), o CMLP é definido como “*Textbook Marginal Cost*” ou *TMC* e pode ser expresso como:

$$TMC = \frac{(R_{t+1} - R_t)}{(Q_{t+1} - Q_t)} + \frac{r \cdot I_t}{(Q_{t+1} - Q_t)}$$

Onde:

$R_t$  = custos anuais de operação e manutenção no ano  $t$ ;

$I_t$  = custos de investimentos no ano  $t$ ;

$Q_t$  = volume incremental de água disponibilizada;

$r$  = fator de recuperação dos custos de investimentos, sendo definido como:

$$r = \frac{[I_t \cdot (1+i)^n]}{[(1+i)^n - 1]}$$

Onde:

$i$  = taxa de desconto social ou custo de oportunidade do capital;

$n$  = vida útil do investimento.

Outra variante da fórmula do custo marginal é definida como o custo incremental de longo prazo ou “*Textbook Long-run Incremental Cost*” (*TLRIC*), e é composta pela adição de duas parcelas: a primeira parcela correspondente aos custos marginais de curto prazo associados a um acréscimo da quantidade retirada de água; a segunda parcela (ou custo marginal de longo prazo) representa o custo adicional de investimentos impostos pela retirada adicional da água. O *TLRIC* é definido, matematicamente, na equação a seguir:

$$TLRIC = \frac{(R_{t+1} - R_t)}{(Q_{t+1} - Q_t)} + \frac{r \cdot I_k}{(Q_{k+1} - Q_k)}$$

Onde:

$k$  = ano que se planeja o maior investimento.

Outra possibilidade para efetuar o cálculo do custo marginal baseia-se no custo marginal social de longo prazo ou “*Average Incremental Cost*” (*AIC*). Matematicamente, é definido por Makibara (1995) como sendo:

$$AIC_i = \frac{\sum_{t=0}^n (I_t + R_t)}{(1+r)^t} - \frac{\sum_{t=0}^n Q_t}{(1+r)^t}$$

Onde:

$AIC_i$  = Custo médio incremental;

$I_t$  = Investimentos de todos os programas no ano  $t$ ;

$R_t$  = Operação e manutenção de todos os programas no ano  $t$ ;

$Q_t$  = Quantidade incremental no ano  $t$ ;

$r$  = taxa de desconto.

O cálculo do  $AIC$ , por expressar no numerador, a soma dos custos associados impostos pelas retiradas de água e no denominador a soma dos benefícios, suposta proporcional à água retirada, pode ser definido como uma relação custo-benefício (RIBEIRO et al., 1998b).

#### 4.3 METODOLOGIA DE CÁLCULO DA TARIFA DE ÁGUA COM BASE NO MÉTODO DE AVALIAÇÃO CONTINGENTE

As técnicas de pesquisa da Avaliação Contingente são fundamentadas em avaliações pessoais acerca da importância que viria a ser paga pelo aumento ou decréscimo da qualidade ou quantidade ofertada de um bem ou serviço, em uma situação hipotética (MATTOS, 1998). A grande vantagem desse tipo de abordagem é que ela permite estimar valores que não poderiam ser estimados de outra forma. Neste contexto, o objetivo da valoração contingente é o de estimar valores bastante semelhantes àqueles que seriam calculados, caso não ocorresse falhas de mercado. Por esta razão, os questionários a serem aplicados para obter informações básicas sobre o bem ou serviço a ser valorado devem descrevê-lo claramente, a fim de que os entrevistados tenham um perfeito conhecimento do que se está valorando, já que se referem a situações hipotéticas (MATTOS, 1998).

Nesse sentido, optou-se pelo uso da técnica do questionário, que envolveu várias etapas até sua aplicação final. O questionário foi estruturado com o objetivo de determinar o perfil das empresas industriais do Distrito Industrial de Fortaleza em relação à demanda atual e potencial para reuso de água em termos de qualidade, quantidade e disposição a pagar, em relação aos diversos usos de água.

Em segundo lugar, saliente-se a preocupação com a seleção das variáveis que deveriam dar suporte à identificação da disponibilidade a pagar (DAP), pelos diferentes tipos de reuso de água. Optou-se por admitir a hipótese de que todos têm capacidade de pagamento<sup>5</sup>. Entre as variáveis explicativas destacam-se: consumo mensal de água, tarifa média mensal, fonte de abastecimento de água, demanda de água por tipo de uso, existência de controle analítico de seus efluentes, disponibilidade ou não de estação de tratamento de água (ETA) e esgoto (ETE). Em modelos econométricos, onde a variável dependente é dicotômica, indicando a ocorrência ou não de um evento ou a presença ou ausência de uma condição, costuma-se atribuir à ocorrência do evento ou presença da condição, um valor igual a 1, enquanto à não ocorrência ou ausência é dado um valor igual a 0. A decisão de uma firma em optar ou não pelo reuso de água para certas finalidades se enquadra nesse contexto de análise de respostas binárias. Seja  $y_i$  a variável binária que representa a decisão da  $i$ -ésima firma de optar pelo reuso de água especificada por:

$$y_i = \begin{cases} 0, & \text{se a empresa não se mostra interessada no reuso} \\ & \text{de água} \\ 1, & \text{se a empresa se mostra interessada no reuso} \\ & \text{de água} \end{cases}$$

Com a especificação da variável dependente limitada com característica binária, foi feito uso de um modelo econométrico, com base na seguinte forma geral:

$$y_i = x_i\beta + u_i \quad (1)$$

onde,

$y_i$  = variável dependente ;

$x_i$  = vetor de variáveis explicativas;

$\beta$  = vetor de parâmetros;

$u_i$  = vetor dos termos de resíduo.

<sup>5</sup>Vale registrar aqui que nesse aspecto em particular, muitas das informações consideradas relevantes para melhor referendar a DAP pela equipe técnica foram excluídas do questionário porque ao longo das discussões com os empresários foi colocado que tais informações não poderiam ser fornecidas pelos estabelecimentos. Isto limitou a abrangência da análise e a aplicação do modelo de análise contingente.

As formas funcionais mais comuns em aplicações de modelos dessa natureza são: modelo de probabilidade linear, modelo Probit e modelo Logit.

i) Modelo de probabilidade linear:

$$F(x_i' \beta) = x_i' \beta \quad (2)$$

ii) Modelo Probit

$$F(x_i' \beta) = \Phi(x_i' \beta) = \int_{-\infty}^{x_i' \beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (3)$$

iii) Modelo Logit

$$F(x_i' \beta) = L(x_i' \beta) = \frac{1}{1 + e^{-x_i' \beta}} \quad (4)$$

onde  $\Phi(\cdot)$  representa a função de densidade normal cumulativa,  $L(\cdot)$  corresponde à função logística cumulativa (MADDALA, 1983).

Com exceção do modelo de probabilidade linear, a estimação dos modelos de escolhas binárias é usualmente baseada no método de estimação de máxima verossimilhança. Considere os fatores que determinam a decisão de uma empresa em optar pelo reuso de água, adequando-se à lógica dos modelos onde a variável dependente assume a forma binária. Utiliza-se, portanto, no caso da variável dependente ter interesse pelo reuso de água o valor é 1. Assim, ( $y=1$ ) se a empresa apresentou interesse pelo reuso e ( $y=0$ ), caso contrário. Acredita-se que, um grupo de fatores afeta conjuntamente a decisão da empresa de optar pelo reuso da água. Podem ser citados custo, disponibilidade de estação de tratamento de água e esgoto, dentre outros. Foram examinados os fatores determinantes da decisão da firma interessar-se ou não pelo reuso de água para diversas finalidades ( $y_i$ ), usando-se como método de estimação o modelo Probit, pelo fato de suas dificuldades em relação ao Logit serem praticamente anuladas através de métodos computacionais, atualmente disponíveis. Uma vez escolhido o modelo, o conjunto de variáveis explicativas que se mostrou mais adequado é apresentado a seguir:

$$PAR = f(\text{Consumo}, ETE, ETA, \text{Poços}) \quad (5)$$

Onde:

PAR = probabilidade de aceitação do reuso;

Consumo = consumo total médio por estabelecimento, ( $m^3$ );

ETE = variável *dummy*, representando a disponibilidade(1) ou não(0) de estação de tratamento de esgoto por parte do estabelecimento;

ETA = variável *dummy*, representando a disponibilidade(1) ou não(0) de estação de tratamento de água por parte do estabelecimento;

Poços = representatividade dessa fonte no total de água consumida no estabelecimento. (%)

A interpretação dos valores dos coeficientes é diferente da usual pelo fato de os coeficientes estimados em um modelo com variável dependente binária não podem ser interpretados como efeito marginal, na variável dependente, embora os sinais dos coeficientes informem a direção da relação entre a variável dependente e explicativa. O efeito marginal de  $x_k$  na probabilidade condicional é dado por:

$$\frac{\partial E(y/x_k \beta)}{\partial x_k} = f(-x' \beta) \beta_k \quad (6)$$

onde  $f(x) = \partial F(x) / \partial x$  é a função de densidade associada à F. Note que  $\beta_k$  é ponderado pelo fator  $f(\cdot)$ , que depende de todos os regressores  $x_i$ . Note ainda que, desde que a função de densidade é não negativa, a direção do efeito de uma variação em  $x_k$  depende unicamente do sinal do coeficiente  $\beta_k$ . Valores positivos de  $\beta_k$  implicam que um crescimento de  $x_k$  irá gerar um aumento na probabilidade, e valores negativos implicam o contrário. O efeito marginal representa o impacto de uma variação unitária da variável explicativa, na probabilidade aceitação de reuso de água. Mesmo apresentando coeficiente estatisticamente significativo, não faz sentido falar em efeito marginal associado à variáveis *dummy*, uma vez que o efeito marginal só faz sentido no caso onde o regressor é uma variável contínua e não dicotômica, como no caso da variável *dummy* (GUJARATI, 2000).

Com exceção do modelo de probabilidade linear, a estimação dos modelos de escolhas binárias é, usualmente, baseada no método de estimação de máxima verossimilhança. Os testes de significância para cada parâmetro, individualmente, foram obtidos da forma usual pelo teste t, em uma regressão padrão. Calculou-se a Razão de Verossimilhança (RV), definida por:

$$RV = -2(\ln l_r - \ln l_u) \sim \chi^2_{(k-1)}$$



onde  $\ln l_r$  designa o valor da função logarítmica de verossimilhança quando maximizada sob as restrições fixadas na hipótese nula sob teste, e  $\ln l_u$  o valor máximo da função logarítmica de verossimilhança, sem essas restrições. Testar a hipótese nula de que  $\beta = 0$  ( $\beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ ) tem alcance análogo ao teste de significância global, na regressão clássica.

A disposição a pagar é função de uma série de variáveis explicativas como características do novo bem ou serviço, características de bens ou serviços alternativos ou fontes alternativas que prestam este tipo de serviço e de atributos pessoais dos potenciais consumidores do bem ou serviço. Desse modo, o conjunto de variáveis explicativas que apresentou melhores resultados, pode ser observado a seguir:

$$DAP = f(\text{ETE}, \text{ETA}, \text{Custo}) \quad (8)$$

Onde:

DAP = disposição a pagar;

ETE = variável *dummy*, representando a disponibilidade(1) ou não(0) de estação de tratamento de esgoto por parte do estabelecimento;

ETA = variável *dummy*, representando a disponibilidade(1) ou não(0) de estação de tratamento de água por parte do estabelecimento;

Custo = valor médio do consumo de água para cada finalidade por estabelecimento, (R\$).

O modelo Tobit é uma extensão do modelo Probit. Este modelo também é conhecido como modelo de regressão normal censurado, devido ao fato de algumas observações serem censuradas (aquelas com a variável dependente assumindo valor igual a zero ou não declaradas). Se um estabelecimento não demonstra interesse em reuso de água, obviamente não teremos dados sobre disposição a pagar desse estabelecimento; portanto, dispõe-se desses dados somente para os estabelecimentos que declararam interesse no reuso de água.

Considerando a natureza da variável dependente (DAP), classificam-se as observações em dois grupos, conforme os valores da variável dependente: um consistindo nas observações relativas àquelas que não declararam interesse em água de reuso, sobre o qual não se possui informação sobre o regressando; e outro relativo aos estabelecimentos que declararam interesse na utilização de água de reuso, sobre o qual se têm informações sobre o regressando.

A utilização do método dos mínimos quadrados ordinários, para a estimação do modelo Tobit, irá gerar estimativas viesadas e inconsistentes. Um método de estimação comumente usado é o da máxima verossimilhança. Denota-se a função de densidade da normal padrão por  $f(\cdot)$  e a função de distribuição acumulada por  $F(\cdot)$ .

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \quad (9)$$

$$F(z) = \int_{-\infty}^z f(t) dt \quad (10)$$

Usando esta notação, a função de máxima verossimilhança para o modelo Tobit pode ser como:

$$L = \prod_{y_i > 0} \frac{1}{\sigma} \left( \frac{y_i - \beta x_i}{\sigma} \right) \prod_{y_i \leq 0} F\left(-\frac{\beta x_i}{\sigma}\right) \quad (11)$$

Maximizando a função de máxima verossimilhança em (11) com respeito a  $b$  e  $s$ , obtém-se os estimadores de máxima verossimilhança desses parâmetros.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Estimativa das tarifas, a partir do custo marginal de longo prazo

A avaliação das tarifas foi feita com base na metodologia dos custos marginais de longo prazo (CMLP) do projeto de reuso, sendo definida como sendo: CMLP = Soma do Valor Presente dos Custos (Investimento. + Operação, Manutenção, Energia e Administração) / Soma do Valor Presente do Volume do Efluente Incremental.

Os valores apresentam as tarifas calculadas para todas as alternativas de projeto, com base na metodologia dos CMLP, e destacam que as alternativas 1 e 3 são aquelas que demonstram menor custo. A tarifa para a alternativa 1 é de R\$ 0,49/m<sup>3</sup>, valor este inferior ao obtido pela alternativa 3, cuja tarifa foi estimada em R\$ 0,58/m<sup>3</sup>.(Tabela 2).

Porém, comparando as tarifas médias calculadas, percebe-se que as alternativas 1 e 3, as duas que prevêm a construção de lagoa de estabilização, são as únicas alternativas que têm um custo por m<sup>3</sup>, próximo aos valores praticados em outros sistemas de porte<sup>6</sup>. Por fim, vale ressaltar que os resultados apresentados atendem aos interesses dos prováveis usuários do projeto, uma vez que a tarifa se situa dentro dos limites de comprometimento dos custos industriais dos mesmos.

<sup>6</sup>Na SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), primeira empresa pública de saneamento no Brasil a oferecer água de reuso, a tarifa é bem menor do que a água potável, conforme relata o superintendente de Comunicação da companhia, Luiz Carlos Aversa: "a água potável é vendida para as empresas por R\$ 4,00 o metro cúbico. Já para a reutilizável, o preço varia entre R\$ 0,50 e R\$ 0,60".

**TABELA 2** – Valor Presente dos Custos e Tarifas.

Alternativas	Valor Presente dos Custos (R\$1,00)	Tarifa (R\$/m <sup>3</sup> )
1	14.133.657	0,49
2	18.046.573	0,63
3	16.628.320	0,58
4	20.550.424	0,71
5	27.145.392	0,94
6	31.058.315	1,08
7	17.886.795	0,62
8	21.799.711	0,76
9	20.381.458	0,71
10	24.303.561	0,84
11	30.898.530	1,07
12	34.811.453	1,21

Fonte: Dados da pesquisa.

## 5.2 Estimativa das tarifas, a partir do método de avaliação contingente

### 5.2.1 Probabilidade de aceitação em relação ao reuso de água

A Tabela 3 apresenta os resultados da estimativa do modelo Probit, aplicado ao conjunto de dados gerados na pesquisa de campo, sobre a aceitação ou não por parte

dos estabelecimentos industriais em relação ao reuso de água para consumo humano, reservas contra incêndio, regas de áreas verdes e processo industrial. Ai estão registrados os efeitos marginais estimados para o ponto médio da distribuição das variáveis pertinentes, (consumo e poços).

Inicialmente, pode-se observar que os sinais seguem o padrão esperado, com o coeficiente relacionado à variável explicativa consumo em m<sup>3</sup>, tendo apresentado sinal positivo para todas as finalidades de utilização, refletindo que um aumento no consumo gera, como resposta, um aumento na probabilidade de interesse pela água de reuso. O coeficiente relativo à variável explicativa poços apresentou sinal negativo para todas as finalidades de utilização, indicando que a propriedade de poço gera uma redução na probabilidade de interesse pela utilização da água de reuso. Do ponto de vista da estatística de significância global do modelo, constata-se que, pelo valor da razão de verossimilhança (RV), os quatro modelos apresentam elevada significância estatística. Isto revela que o conjunto de variáveis explicativas tem relevância estrutural para explicar o fenômeno em análise.

A Tabela 4 exhibe as probabilidades estimadas, onde se destaca o valor da probabilidade de aceitação de reuso de água para consumo humano, quando o estabelecimento não possui ETA – Estação de Tratamento de Água, mas possui ETE – Estação de Tratamento de Esgoto (56,4%), e

**TABELA 3** – Estimativa dos Parâmetros com base no Modelo PROBIT.

	Consumo Humano	Res. Contra incêndio	Regas áreas verdes	Processo industrial
Constante	-0,725 (-2,005)*	-1,008 (-4,385)*	-1,211 (-4,790)*	-1,043 (-4,426)*
Consumo m <sup>3</sup>	0,001 (2,380)*	0,004 (2,450)*	0,009 (2,901)*	0,002 (2,261)*
Dispõe L'TE	1,086 (1,489)	0,517 (1,039)	0,390 (0,648)	1,619 (2,617)*
Dispõe ETA	-0,874 (-0,967)	0,179 (0,345)	-0,034 (-0,046)	-2,147 (-1,455)
Poços	-0,028 (-2,107)*	-0,013 (-2,920)*	-0,008 (-1,198)	-0,007 (-1,158)
Razão de verossimilhança	20,624	24,274	41,857	47,142
Efeito marginal consumo m <sup>3</sup>	4,850 E-04	1,517 E-03	3,347 E-03	7,550 E-04

\* valores t, estatisticamente significantes ao nível de 5%.

Fonte: Dados da pesquisa.

está bem acima das outras circunstâncias. Isto sinaliza o fato de que, nestas condições, o empresário sente que poderá tirar vantagem econômica com o reuso, pois poderá obter água com qualificações técnicas desejáveis, sem a necessidade de realizar novos investimentos em relação ao tratamento da água. As demais probabilidades estão abaixo dos 50%. De certa maneira, tais magnitudes revelam que é necessário mais esclarecimento sobre a importância econômica do reuso de água, tanto para o estabelecimento como para a sociedade.

Quanto aos valores das probabilidades médias de aceitação de reuso estimadas, como constata-se no quadro anterior, a sua distribuição para as condições estabelecidas é distinta daquela encontrada para o Consumo Humano. O maior valor da probabilidade média (38,5%) ocorre quando o estabelecimento dispõe de ETA e ETE. Cabe ainda registrar que a amplitude das probabilidades não é tão elevada e que os valores das probabilidades para todas as restrições são inferiores a 40%. Isto é um sintoma de que os empresários tendem a ver no reuso para reserva contra incêndio uma alternativa viável, mas ainda não inteiramente percebida.

Os resultados do modelo Probit (Tabela 3) para aceitação de reuso de água para “Regas de Áreas Verdes” mostraram coeficientes estimados com sinais esperados. Os efeitos marginais, como vêm sendo detectados até aqui, são muito pequenos, expressando deste modo que o estabelecimento, no que se refere ao reuso para regas de áreas verdes, não é fortemente sensível a uma certa variável mas a um conjunto de variáveis, como se percebe pela significância global do modelo (RV de 41,86).

Em decorrência das observações desenvolvidas, as probabilidades médias para as condições indicadas na Tabela 4, estão todas elas acima de 70%. Como se vê, os empresários parecem vislumbrar o reuso com certa reserva pois, ao comparar estes valores com aqueles de reuso para Consumo Humano e Reserva Contra Incêndio,

as diferenças são expressivas. No entanto, como será visto na seção a seguir, o problema é mais complexo do que mostra tais resultados. Veja que as probabilidades são muito próximas e que as situações “com ETA e ETE” versus “sem ETA e ETE” diferem em apenas 10 pontos percentuais. Certamente, outras variáveis explicativas deverão influenciar as decisões dos empresários. Por fim, destaca-se o percentual de quase 100% em todas as alternativas quando o reuso de água é destinado ao processo industrial, o que mostra a aceitabilidade por parte dos usuários.

### 5.2.2 Estimativas da disposição a pagar

A Tabela 5 mostra as estimativas dos coeficientes do modelo Tobit para as diversas finalidades de reuso. Todos eles tiveram os mesmos sinais, diferenciando-se nas magnitudes e nos níveis de significância estatística. Para o consumo humano, apenas o custo surge com significância estatística, tendo apresentado baixo efeito marginal; para reservas contra incêndio, as estimativas dos parâmetros são todas estatisticamente significantes, com reduzido efeito marginal, porém com um valor acima daquele para o consumo humano; o reuso de água para áreas verdes também se mostrou com significância estatística em seus parâmetros; o reuso para o processo industrial, por sua vez, só não teve significância estatística para o parâmetro da variável “Dispõe de ETA”. Esses resultados indicam que a finalidade de reuso para processo industrial é mais aceita pelos usuários, o que ressalta ainda mais as análises feitas na Tabela 4, as quais mostram maior aceitabilidade do projeto para esse uso.

Pelo resumo do parágrafo acima se nota que a disposição a pagar revela significância estatística e poderá ser empregada com certa confiabilidade para estimar os valores médios a pagar para cada um dos tipos de reuso indicados.

**TABELA 4** – Probabilidade Média de Aceitação do Reuso de Água.

<b>Característica do Estabelecimento</b>	<b>Consumo Humano</b>	<b>Res. Contra incêndio</b>	<b>Regas áreas verdes</b>	<b>Processo industrial</b>
Com ETA e ETE	35,02	38,50	83,68	99,99
Sem ETA e ETE	30,37	16,28	73,41	99,99
Com ETA e sem ETE	15,40	21,07	72,28	98,37
Sem ETA e com ETE	56,37	31,87	84,51	99,99

Fonte: Dados da pesquisa.

Do mesmo modo que foi feito para a probabilidade de aceitação de reuso de água, apresentam-se na Tabela 6 os valores estimados para a disposição a pagar, de acordo com as quatro circunstâncias associadas à existência ou não de ETA e ETE. Fica evidenciado que, para qualquer modalidade de reuso, a maior disposição média a pagar ocorre quando o estabelecimento possui ETA e ETE. Tais valores (preços de outubro de 2001), para cada m<sup>3</sup>, variam de R\$ 0,42 (Reserva Contra Incêndio) a R\$ 0,60 (Processo Industrial). Todos eles encontram-se abaixo dos atuais R\$ 0,67 pagos pela água bruta adquirida junto a COGERH. Por outro lado, os menores valores ocorrem para as situações de estabelecimentos sem ETA e ETE, variando de R\$ 0,03 (Reserva Contra Incêndio) a R\$ 0,11 (processo Industrial).

Pelos valores da Tabela 6 evidenciou-se, em primeiro lugar, que os estabelecimentos com ETA e ETE conhecem claramente a importância da água como insumo escasso e aqueles desprovidos destas estruturas não são conscientes do que representa uma falta ou insuficiência deste insumo ou a água não é fundamental para o bom andamento das atividades desenvolvidas, seja qual for a modalidade de uso. Outra observação interessante é que a Disposição Média a Pagar na circunstância “com ETE e sem ETA” é, em três das quatro categorias analisadas, superior aquela “sem ETE e com ETA”. Talvez isto seja um sinal de que o conhecimento das condições da água, que será destinada a tratamento para reuso, é importante para que se tome a decisão pela sua aquisição.

A pesquisa indicou que os estabelecimentos ligados às atividades químicas apresentaram um custo médio relativamente mais alto que as demais atividades no que se refere ao reuso de água para resfriamento, refrigeração e lavagem de máquinas. Já nos estabelecimentos têxteis e

materiais metalúrgicos, as faixas de custo médio por m<sup>3</sup> de água registram valores mais expressivos para o processo industrial. Em geral, os valores se situam no intervalo entre R\$ 0,67 e R\$ 2,86, valor pago pela água bruta (COGERH) e valor pago em média pela água tratada (CAGECE), respectivamente.

Com relação ao comportamento de aceitação de reuso de água, a pesquisa revelou que aqueles setores mais importantes para a economia do Ceará são os principais interessados, notadamente para consumo humano e processo industrial. Destacam-se as atividades têxteis e de bebidas. Esta é uma constatação altamente positiva, tendo em vista que, como eles são demandantes reais e potenciais de elevada significação, poderão funcionar como condutores de implementação de uma política de reuso de água. Nos valores da Disposição a Pagar (DAP), resumidos na Tabela 7, inserem-se níveis médios por m<sup>3</sup> sempre inferiores àqueles praticados pela COGERH, para água bruta. Isto é sinal de que deverá haver uma vantagem econômica considerável para que o reuso de água seja viável: Padrão 1 – R\$ 0,42/m<sup>3</sup>; Padrão 2 – R\$ 0,53/m<sup>3</sup> e Padrão 3 – R\$ 0,60/m<sup>3</sup>.

Nota-se que os valores estão ainda abaixo daqueles praticados pelo valor da água bruta da COGERH, que é de R\$ 0,67/m<sup>3</sup>, o que permite concluir que as empresas têm altíssima propensão a aceitar os valores atribuídos na DAP, ou até um pouco mais, desde que se faça uma campanha educativa mais acirrada em relação aos benefícios do Projeto.

Comparando-se os valores da DAP com aqueles obtidos a partir do custo marginal de longo prazo, percebe-se que as alternativas 1 e 3 são aquelas que apresentam valores mais próximos, o que sinaliza que a tarifa deve variar entre R\$ 0,42/m<sup>3</sup> a R\$ 0,58/m<sup>3</sup>, caso o projeto de reuso seja implantado a partir dessas duas alternativas.

**TABELA 5** – Resultados do Modelo TOBIT.

	<b>Consumo Humano</b>	<b>Res. contra incêndio</b>	<b>Regas áreas verdes</b>	<b>Processo industrial</b>
Constante	-1,048 (-2,470)*	-1,323 (-3,891)*	-1,030 (-3,747)*	1,369 (-3,792)*
Dispõe ETA	0,117 (0,205)	0,572 (1,660)	0,849 (2,649)*	0,139 (0,297)
Dispõe ETE	0,323 (0,587)	0,688 (2,019)*	0,414 (1,356)	1,209 (2,637)*
Custo	0,147 (1,182)	0,524 (3,484)*	0,230 (2,485)*	0,345 (3,450)*
Efeito marginal custo	0,056	0,203	0,089	0,129

\* valores t estatisticamente significantes ao nível de 5%.

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 6** – Disposição a Pagar Média pelo Reuso de Água.

<b>Característica do Estabelecimento</b>	<b>Consumo Humano</b>	<b>Res. Contra incêndio</b>	<b>Regas áreas verdes</b>	<b>Processo industrial</b>
Com ETA E ETE	0,42	0,42	0,53	0,60
Sem ETA e ETE	0,07	0,03	0,52	0,11
Com ETA e sem ETE	0,38	0,16	0,13	0,53
Sem ETA e com ETE	0,31	0,13	0,29	0,13

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 7** – Valores Comparativos das tarifas, com base no Custo Marginal de Longo Prazo e no Método de Avaliação Contingente do Projeto de Reuso.

<b>Alternativas</b>	<b>Tratamento</b>	<b>CMLP</b>	<b>DAP</b>	<b>DAP/CMLP (%)</b>
1	Padrão 1 – Com Lagoa	0,49	0,42	85,7
2	Padrão 1 – Sem Lagoa	0,63	0,42	66,6
3	Padrão 2 – Com Lagoa	0,58	0,53	91,4
4	Padrão 2 – Sem Lagoa	0,71	0,53	74,6
5	Padrão 3 – Com Lagoa	0,94	0,60	63,8
6	Padrão 3 – Sem Lagoa	1,08	0,60	55,5
7	Padrão 1 – Com Lagoa	0,62	0,42	67,7
8	Padrão 1 – Sem Lagoa	0,76	0,42	55,3
9	Padrão 2 – Com Lagoa	0,71	0,53	74,7
10	Padrão 2 – Sem Lagoa	0,84	0,53	63,1
11	Padrão 3 – Com Lagoa	1,07	0,60	56,1
12	Padrão 3 – Sem Lagoa	1,21	0,60	49,6

Fonte: Dados da pesquisa.

## 6 CONCLUSÃO

Este estudo fez um cotejo entre os valores de tarifas a serem cobradas aos usuários do Distrito Industrial de Fortaleza, a partir de duas metodologias distintas: o custo marginal de longo prazo e o método de avaliação contingente. A determinação de tarifas, com base nas duas metodologias, tem o intuito de auxiliar os envolvidos no processo de negociação do valor a ser cobrado aos usuários no Projeto de Reuso de Água.

Os valores das tarifas para todas as alternativas de projeto, com base na metodologia do custo marginal de longo prazo, variam de R\$ 0,49/m<sup>3</sup> para a alternativa 1 até o valor de R\$ 1,21/m<sup>3</sup> para a alternativa 12. Foi constatado que as alternativas 1 e 3 são aquelas que demonstram menor custo. A tarifa para a alternativa 1 é de R\$ 0,49/m<sup>3</sup>, valor este inferior ao obtido pela alternativa 3, cuja tarifa foi estimada em R\$ 0,58/m<sup>3</sup>. Estes valores são próximos aos praticados em outros sistemas de porte.

Neste estudo, fez-se ainda uma análise econométrica do comportamento das empresas instaladas no Distrito Industrial de Fortaleza, no que diz respeito ao interesse por reuso de água e a disposição a pagar. Observou-se que parcela relevante dos estabelecimentos tem interesse em reuso de água em termos gerais. No entanto, vários destes estabelecimentos não indicaram quais categorias de reuso estavam interessados quando se questionou sobre as diversas modalidades de reuso. Como as categorias cobrem o conjunto de alternativas possíveis de reuso, pode-se concluir que a decisão empresarial pelo reuso requer maiores esclarecimentos sobre a sua importância.

Quanto ao padrão de qualidade da água usada pelos estabelecimentos, constatou-se que a quase totalidade não especificou qualquer padrão em particular, por seguirem o padrão da CAGECE. E isto fica mais evidente quando se confronta com o elevado grau de satisfação em relação ao serviço da CAGECE, pois mais de 65% dos clientes atribuíram a ele nota superior a sete.

Com relação ao comportamento de aceitação de reuso de água, a pesquisa revelou que aqueles setores mais importantes para economia do Ceará são os principais interessados, para consumo humano e processo industrial. Destacam-se as atividades Têxteis e de Bebidas. Este é um dado favorável tendo em vista que, como eles são demandantes reais e potenciais de elevada significação, poderão funcionar como condutores de implementação de uma política de reuso de água.

As probabilidades de aceitação de reuso de água, por categorias selecionadas foram, no geral, em níveis satisfatórios, demonstrando que há uma predisposição revelada pelo reuso de água. Porém, algumas modalidades como regas para áreas verdes e processo industrial foram as de maiores probabilidades de aceitação.

A Disposição a Pagar (DAP) mostrou valores médios por m<sup>3</sup> sempre inferiores àqueles praticados pela COGERH, para água bruta. Isto é sinal de que deverá haver uma vantagem econômica considerável para que o reuso de água seja viável. Devido ao pequeno número de informações para estimar o modelo, não foi possível determinar uma análise da DAP, por cada tipo de atividade. Comparando-se os valores da DAP com aqueles obtidos a partir do custo marginal de longo prazo, percebe-se que as alternativas 1 e 3 são aquelas que apresentam valores mais próximos, o que sinaliza que a tarifa deve variar entre R\$ 0,42/m<sup>3</sup> a R\$ 0,58/m<sup>3</sup>, caso o projeto de reuso seja implantado a partir dessas duas alternativas.

Ainda com relação à DAP observou-se que a existência de ETA e ETE no estabelecimento influencia a decisão e a magnitude do valor da DAP associado ao reuso de água. Aqueles estabelecimentos com tais estruturas geralmente estão inclinados ao reuso. Finalmente, as elasticidades revelaram-se de baixas magnitudes. Portanto, o reuso de água possui reduzida sensibilidade quando quaisquer das variáveis explicativas expressas de forma contínua apresentam incrementos ou decrementos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. N. **Consumo residencial de água tratada em Piracicaba**: uma aplicação de modelos de séries temporais. 2000. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- ANDRADE, T.; BRANDÃO, A. S. P.; LOBÃO, W. J. de A.; SILVA, S. L. Q. da. Saneamento urbano: a demanda residencial por água. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 1-25, dez. 1996.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente**: as estratégias de mudança da agenda 21. Petrópolis: Vozes, 1997.
- BATEMAN, I. Valuation of the environment: methods and techniques: revealed preference methods. In: TURNER, R. K. (Ed.). **Sustainable environmental economics and management**: principles and practice. London: Belhaven, 1993.
- BILLINGS, R. B.; AGTHE, D. E. Price elasticities for water: a case of increasing block rates. **Land Economics**, Wisconsin, v. 56, p. 73-84, 1980.
- BOLAND; WIHTTINGTON. **Water tariff design in developing countries em DINAR A**: the political economy of water pricing reforms. Oxford: Oxford University, 2000.
- CAGECE. Consórcio Magna Engenharia Ltda/ENGESOFT. **Diagnóstico técnico da estação de tratamento de esgotos do sidi de Maracanaú, relatório nº 1; Diagnóstico técnico da demanda do produto, relatório nº 2; Concepção do sistema de tratamento proposto**: relatório nº 3. Fortaleza, 2002.
- CARRERA-FERNANDEZ, J. Cobrança e preços ótimos pelo uso da água de mananciais. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, p. 249-277, jul./set. 1997.
- CARRERA-FERNANDEZ, J.; MENEZES, W. **A avaliação contingente e a demanda por serviço público de saneamento**: uma análise a partir da região do Alto Subaé - Bahia. [S.l.: s.n.], 2000. Mimeografado.
- COASE, R. H. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, Wisconsin, v. 3, p. 1-44, Oct. 1960.
- DUBORG, W. R. **Pricing for sustainable water abstraction in england and wales**: a comparison of theory and practice. Norwich: CSERGE, 1995. Working Paper WM 95-03.
- FONTENELE, R. E. S. Proposta metodológica para implantação do sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos no estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. 3, p. 296-315, jul./set. 1999.
- FOSTER, H. S.; BEATTIE, B. R. Urban residential demand for water in the United States. **Land Economics**, Wisconsin, v. 55, n. 1, p. 43-58, 1981.

- GOTTLIED, M. Urban domestic demand of water in the United States. **Land Economics**, Wisconsin, v. 39, n. 2, p. 204-210, 1963.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 466 p.
- HERRINGTON, P. Pricing water properly. In: O'RIORDAN, T. (Ed.). **Ecotaxation**. London: Earthscan, 1997. p. 263-268.
- INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK, **Basic sanitation for Fortaleza**. Fortaleza, 1992. Draft Technical Appendix for loan document (BR-0186).
- KANEMOTO, Y. Hedonic prices and the benefits of public projects. **Econometrica**, [S.l.], v. 56, p. 981-989, 1988.
- MADDALA, G. **Limited dependent and qualitative variables in econometrics**. New York: Cambridge University, 1983. 401 p.
- MAKIBARA, H. Contribuição aos estudos de implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995, Recife. **Anais...** Recife: ABRH, 1995.
- MATTOS, Z. P. B. Uma análise da demanda residencial por água usando diferentes métodos de estimação. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 207-223, jan. 1998.
- McCONNELL, K. E. **Issues in estimating benefits with non-market methods**. Maryland: University of Maryland, 1997. (Working papers series 308).
- MOTTA, R. S. Análise de custo-benefício do meio ambiente. In: MARGULIS, S. (Ed.). **Meio ambiente aspectos técnicos e econômicos**. Brasília, DF: IPEA, 1990.
- NORDIN, J. A. A proposed modification on Taylor's demand-supply analysis: comment. **The Bell Journal of Economics**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 719-721, Sept. 1976.
- PIGOU, A. C. **The economics of welfare**. London: Macmillan, 1920. 876 p.
- PIPER, S.; MARTIN, W. E. Household willingness to pay for improved rural water supplies: a comparison of four sites. **Water Resources Research**, [S.l.], v. 33, n. 9, p. 2153-2163, 1997.
- RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. A. E.; PEREIRA, J. S. **Cobrança pelo lançamento de efluente**: discussão de algumas experiências. [S.l.: s.n.], 1998a. Mimeografado.
- RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. A. E.; ROCHA, M. S. W. **Estruturas de cobrança pelo uso da água**: reflexões sobre algumas alternativas. [S.l.: s.n.], 1998b. Mimeografado.
- SIMPSON, L.; RINGSKOG, K. **Water markets in the Americas**. Washington, DC: The World Bank, 1997. 52 p.
- STRINGER, D. Water markets and trading developments in Victoria. **Water**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 11-14, Mar./Apr. 1995.
- TAYLOR, L. D. The demand for electricity: a survey. **The Bell Journal of Economics**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 74-110, 1975.
- TURNER, R. K.; POSTLE, M. **Valuing the water environment**: an economic perspective. Norwich: CSERGE, 1994.
- WINPENNY, J. **Managing water as an economic resource**. London: Routledge, 1994. 120 p.