

# **Demanda por Água Bruta para Diluição de Esgoto Doméstico na Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, no Ceará: Uma Aplicação da Demanda Tudo ou Nada**

## **RESUMO**

---

O objetivo deste estudo é determinar a função de demanda ordinária e a elasticidade-preço por água bruta para diluição de esgoto doméstico na bacia hidrográfica do rio Salgado, no Estado do Ceará. A qualidade da água do rio está comprometida e ele será o receptor da transposição de águas do rio São Francisco. Aplica a metodologia de demanda tudo ou nada para determinação da função de demanda ordinária, a partir dos estudos técnicos para concepção de alternativas para o sistema de esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência da interligação da bacia do rio São Francisco com Estado do Ceará. Os resultados demonstram que a elasticidade-preço da demanda é inelástica, reforçando os resultados de outros estudos sobre a cobrança.

## **PALAVRAS-CHAVE**

---

Economia dos Recursos Hídricos. Demanda Tudo ou Nada. Princípio do Poluidor Pagador.

### **Luiz Fernando Gonçalves Viana**

- Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

### **José César Vieira Pinheiro**

- Doutor em Economia pela Universidade de São Paulo (USP)

### **Rodolfo José Sabiá**

- Doutor em Engenharia Civil / Saneamento Ambiental (UFC)
- Professor da Universidade Federal do Cariri(UFCA) Departamento de Ciências Físicas e Biológicas.

### **Robério Telmo Campos**

- Doutor em Economia(UFPE)
- Professor da Universidade Federal do Ceará

## 1 – INTRODUÇÃO

O Ceará vem sendo reconhecido nacional e internacionalmente pelo seu modelo de gerenciamento integrado e participativo, adotado a partir de 1992, quando foi promulgada a Lei Estadual nº 11.996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, atualizada recentemente por intermédio da Lei Estadual nº 14.844, de 28/12/2010. O sistema de gestão é fortemente baseado no modelo francês, que adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, tendo como alicerce fundamental a participação dos usuários de água e a aplicação de instrumentos econômicos. Para atender aos objetivos da gestão dos recursos hídricos no âmbito estadual, elencados na Lei Estadual nº 11.966, o governo do estado criou a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh), em 1993 (CEARÁ, 1992), e subdividiu o estado em 11 (onze) bacias hidrográficas, a saber: 1) Bacia Hidrográfica do Curu; 2) Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe; 3) Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe; 4) Bacia Hidrográfica do Banabuiú; 5) Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe; 6) Bacia Hidrográfica do Rio Salgado; 7) Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF; 8) Bacia Hidrográfica do Acaraú; 9) Bacia Hidrográfica do Coreaú; 10) Bacia Hidrográfica do Litoral; e 11) Bacia Hidrográfica do Parnaíba. A única bacia que ainda não conta com comitê formalmente constituído é a bacia hidrográfica do Parnaíba, porque se trata de uma bacia federal e depende da participação da Agência Nacional das Águas (ANA) e do governo do Estado do Piauí.

Quanto ao instrumento econômico, regulamentado no estado em 1996, a cobrança pelo uso da água bruta foi, inicialmente, implementada para a concessionária de serviço de saneamento e indústrias em geral. No ano de 2003, um novo modelo de cobrança foi implementado a partir de estudo técnico contratado pela Cogerh. Desde então, a cobrança foi ampliada para todos os segmentos usuários, mas sem significativa alteração estrutural. O modelo atual só abrange o que Lanna (1999) classifica como preço 3 da água: “[...] um preço correspondente à retirada [...] no sentido de frear o consumo, viabilizando inclusive o investimento em dispositivos poupadores ou que aumentam a oferta de água.”

Apesar de ter sido pioneiro na implementação da cobrança pelo uso da água bruta no Brasil, o Estado do Ceará não avançou na ampliação do instrumento econômico com objetivo de cobrar pelo uso da água como agente de diluição de cargas poluidoras.

Este trabalho pretende determinar a função de demanda ordinária por água bruta para diluição de esgoto doméstico na Sub-bacia Hidrográfica do Salgado, no Estado do Ceará, utilizando a metodologia de demanda tudo ou nada.

O trabalho está dividido em mais cinco seções, além desta introdução. A segunda seção trata da justificativa e importância do problema relacionado à qualidade da água. Na terceira seção, apresenta-se o referencial teórico que aborda o histórico da gestão dos recursos hídricos no Brasil e no Ceará, além de tratar-se dos aspectos econômicos relativos à cobrança pelo uso da água. A quarta é dedicada a uma breve caracterização da área de estudo e à metodologia adotada no trabalho. A seção 5 expõe os resultados e a discussão da aplicação da metodologia na área de estudo. A última parte deste trabalho mostra as suas conclusões e oferece recomendações para futuros trabalhos.

## 2 – JUSTIFICATIVA

Os problemas de escassez e degradação dos recursos hídricos por causa do crescimento populacional, expansão agrícola e industrialização causaram a necessidade de mudança de comportamento, tratando a água como bem econômico. Estima-se que, nos próximos 25 anos, a demanda por água deverá aumentar em cerca 40% (SANTOS, 2002).

A Lei Estadual nº 11.966 introduziu a cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão e instrumento econômico. Como instrumento de gestão, a cobrança visa gerar recursos para custear a manutenção e operação do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos no estado, enquanto, sob a ótica de instrumento econômico, a cobrança objetiva racionalizar o uso de um recurso natural (SANTOS, 2002).

A água bruta, ou seja, aquela disponível naturalmente no ambiente, tem dois usos principais: para consumo humano e como fator de produção, além de corpo receptor de efluentes (LANNA, 1999). É um consenso entre os estudiosos de gestão dos recursos hídricos que, independentemente do uso, a água bruta deve ser cobrada como uma medida de eficiência econômica, racionalização de seu uso e internalização apropriada de custos sociais (VIANNA; AMARAL FILHO; LÓCIO, 2006).

Para internalizar os custos sociais, é importante implementar o Princípio Poluidor-Pagador (PPP) no estado. Tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas são susceptíveis a contaminações, que podem ser originárias de duas fontes: as pontuais e as difusas. No caso das fontes pontuais, os principais agentes poluidores são as indústrias e os esgotos municipais, enquanto o principal responsável pela poluição difusa é a atividade agrícola (TIETEMBERG, 2003).

Algumas pesquisas vêm procurando observar as consequências da ocupação do solo pelo homem, associando a urbanização à poluição dos corpos hídricos devido aos esgotos domésticos, parcialmente ou não tratados, aos despejos industriais, além da impermeabilização de grandes áreas das bacias hidrográficas. Já nas áreas rurais, segundo Mansor, Teixeira Filho e Roston (2006), a poluição é de origem difusa e devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos carreados quando há erosão do solo, aos nutrientes nitrogênio e fósforo e aos defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada ainda aos resíduos da criação animal, como nutrientes, matéria orgânica e coliformes.

Cada açude monitorado pela Cogerh é avaliado, pelo menos, duas vezes ao ano para o Índice de Estado Trófico (IET). O boletim informativo da Cogerh, produzido em dezembro de 2008, avaliou 126 açudes e identificou que 71% estavam eutrofizados ou hipereutrofizados, apresentando qualidade de água indesejada para os múltiplos usos (COMPANHIA..., 2008).

O processo de eutrofização ocorre de duas maneiras: de forma natural, a partir das descargas de nutrientes contidas nos solos que são levados pelas chuvas em direção de rios e açudes; e a outra, de forma artificial ou antrópica, representada pelas cargas pontuais de efluentes industriais, domésticos e agrícolas considerados os principais responsáveis pelo comprometimento da qualidade da água nos corpos hídricos (COMPANHIA..., 2007). As principais consequências da eutrofização são o incremento na concentração de matéria orgânica, a falta de oxigênio nas maiores profundidades, a perda de biodiversidade, a produção de toxinas por cianobactérias e a proliferação de macrófitas aquáticas. O impacto econômico da eutrofização é o incremento nos custos do tratamento da água para consumo humano, podendo até mesmo impossibilitá-lo, e deterioração dos valores recreacionais do corpo hídrico.

A legislação nacional sobre recursos hídricos, assim como a estadual, prevê a cobrança pela diluição de efluentes como forma de reduzir cargas poluidoras nos corpos hídricos. Neste sentido, torna-se imprescindível a realização de estudos para o desenvolvimento de um modelo de cobrança que considere o PPP como mecanismo indutor da redução da poluição dos corpos hídricos no Ceará.

O estudo de tarifas para o Estado do Ceará, elaborado em 2002, já apontava que a cobrança da água como diluidor de efluente deveria ser estimulada, apesar de, à época, ainda não haver condições objetivas para sua implementação (CEARÁ, 2002a, 2002b). No mesmo sentido, Sabiá (2008) ressalta que a cobrança pelo uso da água para diluição, transporte e a assimilação de efluentes de esgotos deve considerar a classe de uso em que for enquadrado o corpo d'água.

Países da Europa Ocidental que adotaram a cobrança como instrumento de gestão e instrumento econômico, aliados a outros mecanismos, como comando e controle, observaram significativos avanços no disciplinamento do uso e proteção ambiental. Na Alemanha, os investimentos realizados ao longo de 25 anos permitiram que a cobertura dos serviços de tratamento de esgoto aumentasse de 45% para 90%. Na Inglaterra e País de Gales, a cobrança pela

captação e lançamento de efluentes induziu à coleta e ao tratamento de 96% dos efluentes (SANTOS, 2002). Na França, a bacia do Seine-Normandie apresentou considerável melhoria de qualidade das suas águas entre os anos de 1990 e 1995. Em 1990, 60% da água das estações de tratamento eram classificadas como aceitáveis e excelentes, enquanto, em 1995, o percentual aumentou para 80% (AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE, 2000).

### 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 – Histórico sobre a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil e no Ceará

O gerenciamento das águas é definido por Lanna (1999) como um o conjunto de ações governamentais, comunitárias e privadas para regular o uso e proteger os recursos hídricos. O modelo de gerenciamento das águas no Brasil ocorreu em três fases. O modelo burocrático teve como marco inicial a aprovação do Decreto nº 24.643, de junho de 1930, mais conhecido como Código das Águas. As atividades desenvolvidas pelas autoridades restringiam-se à aprovação de concessões, autorizações, licenciamento, fiscalização e punições. O modelo era considerado ineficiente, politicamente frágil, nunca tendo sido efetivamente implementado (ABERS; JORGE, 2005).

O modelo econômico-financeiro, baseado na política econômica de Keynes, teve início no Brasil em 1948 com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf) e era caracterizado pelo emprego de instrumentos econômicos e financeiros como forma de indução à obediência da legislação vigente. Visava à autossustentabilidade da gestão por intermédio da arrecadação de fundos para implementação dos planos diretores. Suas principais críticas eram que a gestão das águas precisava de um sistema mais flexível para balancear os diversos usos dos recursos hídricos e a proteção das águas, bem como uma maior participação da sociedade, dentro de uma concepção sistêmica (LANNA, 1999).

Nesse período, o poder se achava muito concentrado na área federal, tendo partido justamente de técnicos do governo federal a iniciativa de

se criarem estruturas para gestão dos recursos hídricos por bacia hidrográfica (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001), originando o terceiro e mais moderno modelo, conhecido como modelo sistêmico de integração participativa. O modelo é caracterizado pela publicização das águas, descentralização de seu gerenciamento, adoção do planejamento estratégico e utilização de instrumentos normativos e econômicos no gerenciamento das águas (LANNA, 1999).

Esse modelo é fortemente baseado no modelo francês, onde o território é dividido em seis bacias hidrográficas, cada uma contando com seu próprio comitê de bacia. Estes comitês definem os investimentos para 5 (cinco) anos, bem como os valores das tarifas. Além dos comitês, cada bacia conta com uma agência de bacia com autonomia financeira e a missão de aportar recursos para realização de obras, definidas pelo comitê, sendo financiadas pela cobrança pelo uso da água. O modelo apresenta uma concepção global, solidária, descentralizada e responsável (MACHADO, 2003).

A aprovação da Lei nº 9.433, de 1997, considerada um marco regulatório da gestão dos recursos hídricos no âmbito da União, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A lei estabelece como principais fundamentos que a água é um bem de domínio público, dotado de valor econômico e escasso, e sua gestão deve ser descentralizada e participativa.

Para atender aos objetivos da gestão dos recursos hídricos no âmbito estadual elencados na política de recursos hídricos do estado, foi criada a Cogerh para gerenciar a oferta dos recursos hídricos constantes dos corpos d'água superficiais e subterrâneos de domínio do estado, visando a equacionar as questões referentes ao seu aproveitamento e controle. De forma sucinta, pode-se dizer que a Companhia é a responsável pelo gerenciamento da oferta dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, desenvolvendo as atividades de operação e manutenção dos sistemas hídricos, cobrança pelo uso da água, monitoramento quali-quantitativo, além de apoio ao gerenciamento participativo (CEARÁ, 1993).

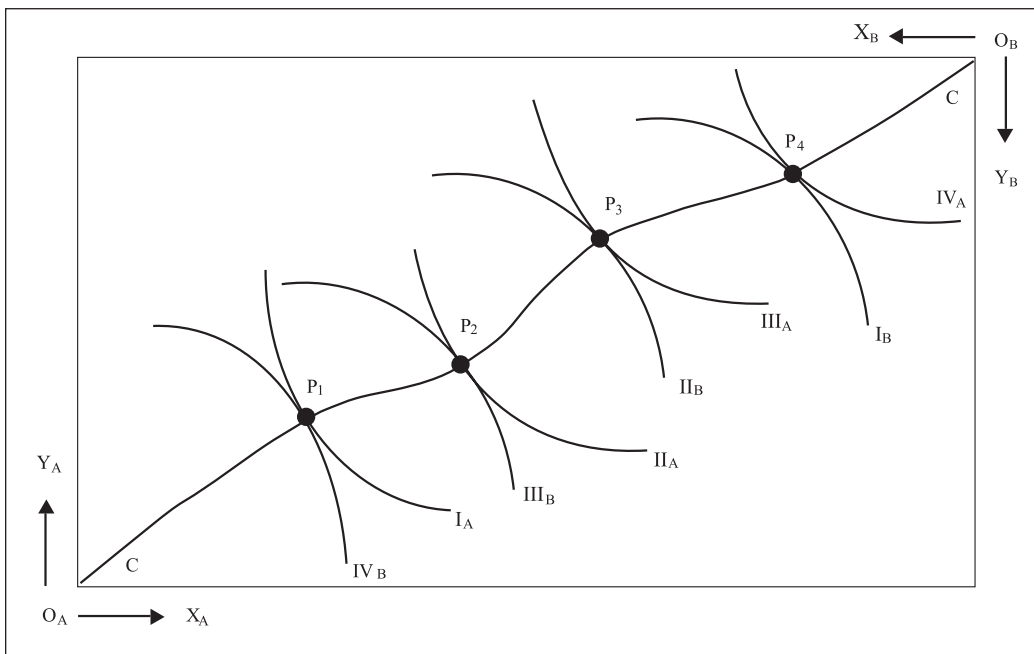
### 3.2 – Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

A Teoria do Bem-estar Econômico estabelece que exista apenas um único equilíbrio geral relevante, dentre os equilíbrios parciais ótimos no sentido de Pareto, e que são necessárias três condições para que a economia alcance o bem-estar social máximo (FERGUSON, 1996). A primeira condição, baseada na Teoria do Consumidor, é que haja equilíbrio geral das trocas, isto é, a taxa marginal de substituição entre dois bens deve ser a mesma para todos os indivíduos que consomem ambos os bens. Dada uma curva de contrato qualquer, o equilíbrio de trocas é único e pode ocorrer em qualquer ponto ao longo da curva, uma vez que todos os pontos sobre a curva representam pontos onde as curvas de indiferença dos dois consumidores são tangentes, conforme demonstrado na Figura 1. A segunda condição, baseada na Teoria da Produção, é que haja equilíbrio geral de produção, isto é, a taxa marginal de substituição técnica entre dois insumos deve ser a mesma para todos os produtores que utilizam ambos os bens. Dada uma curva de contrato qualquer, o equilíbrio de trocas é único e pode ocorrer em qualquer ponto ao longo da curva, uma vez que todos os pontos sobre a curva representam

pontos onde as isoquantas dos dois produtores são tangentes, conforme apresenta a Figura 2. A última condição, representada na Figura 3, estabelece que, para se atingir um máximo no sentido de Pareto, a taxa marginal de transformação na produção deve ser igual à taxa marginal de substituição no consumo para dois bens quaisquer e para todos os consumidores de ambos os bens.

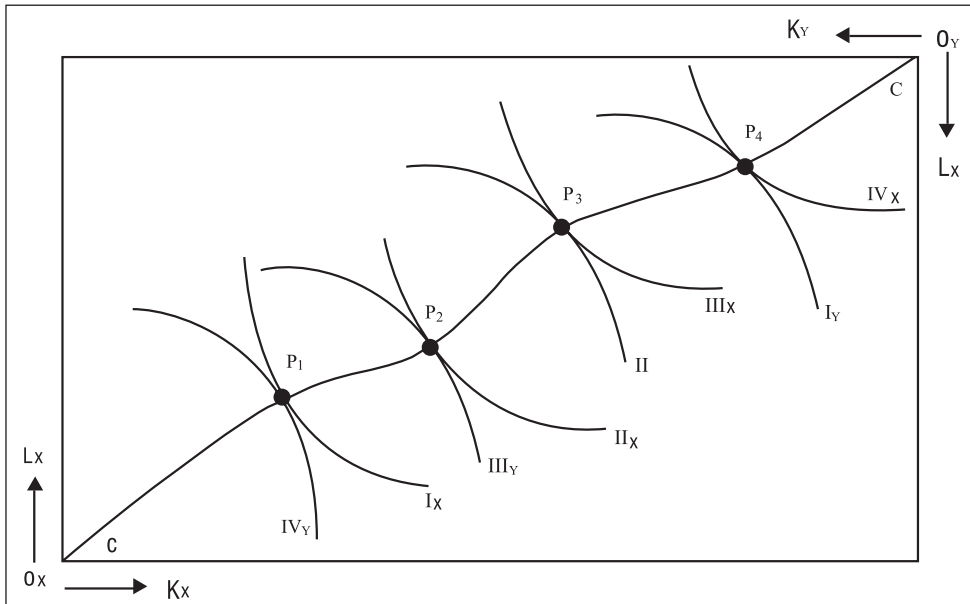
Um sistema econômico de livre empresa em concorrência perfeita garante o atingimento dessas três condições que conduzem a economia ao máximo bem-estar social, ou equilíbrio ótimo no sentido de Pareto. Entretanto, os recursos hídricos não estão sujeitos às leis de oferta e procura do mercado como um bem qualquer e, portanto, não têm preços de mercado, apesar de serem recursos essenciais à manutenção da vida e ao desenvolvimento econômico.

Até poucas décadas atrás, a água era considerada como bem livre por consumidores e usada prodigamente, causando uma falha de mercado devido à diferença entre os custos marginais sociais e os custos marginais privados. Em resumo, a problemática da água como bem econômico é uma externalidade.



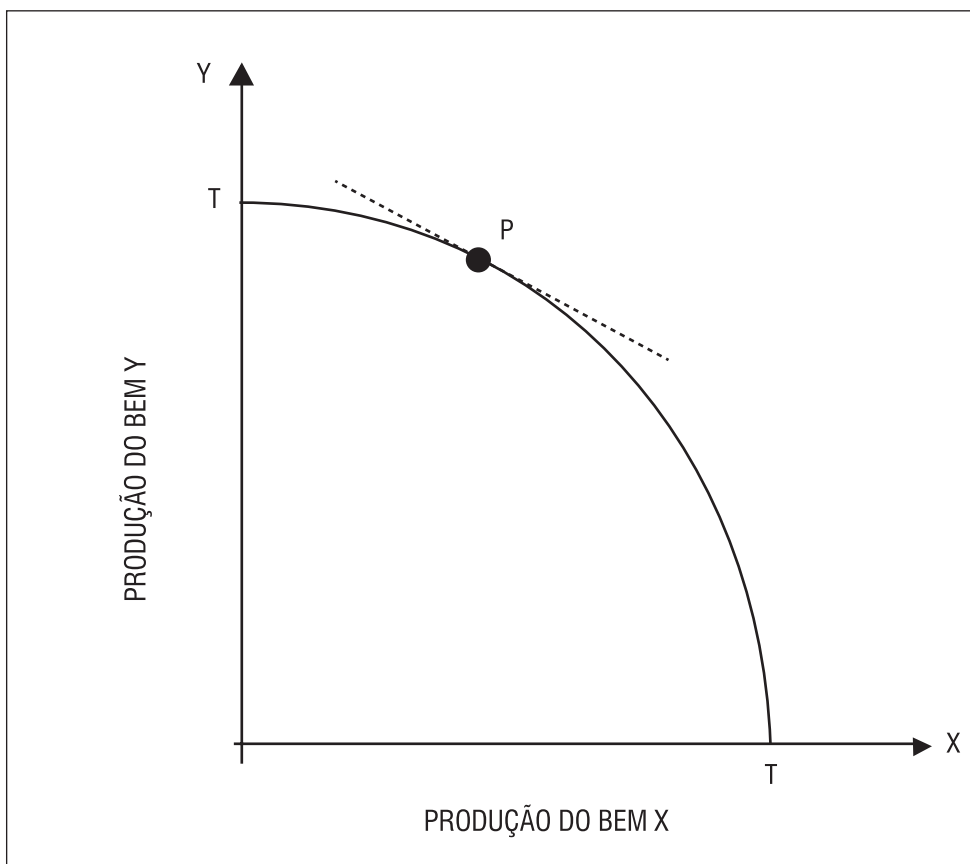
**Figura 1 – Equilíbrio geral das trocas**

Fonte: Adaptado de Ferguson (1996).



**Figura 2 – Equilíbrio geral de produção**

Fonte: adaptado de Ferguson (1996).



**Figura 3 – Condição marginal para a substituição de produtos**

Fonte: adaptado de Ferguson (1996).

As externalidades podem ser positivas ou negativas e são observadas tanto na produção quanto no consumo. Ocorrem externalidades de produção quando as possibilidades de produção de uma empresa são influenciadas por fatores externos (VARIAN, 2003). Segundo Tietenberg (2003), uma externalidade existe sempre que o bem-estar de algum agente (firma ou família) depende não apenas de suas próprias ações, mas também de ações sob o controle de algum outro agente. Quando não se cobra pela água como fator de produção, ocorre uma externalidade de produção positiva, à medida que a empresa pode aumentar indefinidamente o uso do fator, dado que ele seria obtido gratuitamente no meio ambiente. O uso de um fator de produção obtido gratuitamente representa um custo não-internalizado, isto é, o custo marginal privado é menor que o custo marginal social. Por outro lado, quando um agente lança carga poluente sem tratamento adequado e compromete a qualidade de água de um corpo hídrico, este agente está gerando externalidade negativa, pois elevará o custo de tratamento de água de outro agente que utilize a água como fator de produção. Mais uma vez, se está diante de um custo não-internalizado ou custo marginal externo.

No caso da externalidade de consumo positiva, esta pode ser verificada quando os indivíduos deslocam-se às margens de açudes e reservatórios para captar água para o consumo humano, por exemplo, ou mesmo quando perfuram poços para abastecer suas residências ou atividades agropecuárias (custos não-internalizados). Entretanto, quando esses mesmos indivíduos deslocam-se para os açudes ou rios para atividades recreativas e estes corpos hídricos encontram-se poluídos, tem-se um exemplo de externalidade de consumo negativa. Em todos esses casos observa-se que o agente beneficiado pela externalidade (positiva ou negativa) não internalizou os custos de forma adequada.

De acordo com Varian (2003), a principal característica das externalidades é a existência de bens com os quais as pessoas se importam e que não são vendidos nos mercados. É a falta desses mercados para externalidades que causa problemas. Na ausência de externalidades, o próprio mercado se responsabiliza por alcançar alocações eficientes no

sentido de Pareto. Entretanto, diante da existência de externalidades, o mercado não é capaz de alocar os recursos eficientemente, sendo necessário recorrer ao sistema legal ou à intervenção do governo para substituir o mercado e obter eficiência de Pareto. Pindyck e Rubinfeld (2002) afirmam que, quando as externalidades se encontram presentes, o preço de um bem não reflete necessariamente seu valor social.

Para Pindyck e Rubinfeld (2002), a origem da externalidade e, portanto, da ineficiência está no preço incorreto do recurso, produto ou bem. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos busca resolver essas duas questões: inexistência de mercado para as externalidades e preço incorreto. Segundo Santos (2002), o objetivo da cobrança como instrumento econômico na gestão dos recursos hídricos é a internalização pelos beneficiários das externalidades, além da geração de receita para financiamento do sistema de gestão.

No que tange à internalização dos custos das externalidades, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos deve atender a critérios de eficiência econômica, impacto ambiental e aceitabilidade. O segundo objetivo da cobrança, gerar receita para financiamento do sistema de gestão, é vital para a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos e, de acordo com Lanna (1999), tem sido a principal característica dos exemplos de cobrança em países europeus, tais como, Alemanha, Holanda, Inglaterra e País de Gales, além de França.

No caso do modelo cearense, a companhia de gestão apresenta alta efetividade financeira, pois consegue gerar a totalidade dos recursos necessários ao seu funcionamento por intermédio da cobrança pelo uso da água bruta.

### 3.3 – Métodos de Valoração da Água

Segundo Carrera-Fernandez e Garrido (2002), a valoração da água pode ser realizada a partir de diferentes teorias econômicas, comumente classificadas em dois grupos. O primeiro grupo refere-se aos modelos de otimização em equilíbrio, parcial ou geral, baseados nos postulados da teoria econômica utilitariana que busca os princípios de eficiência econômica, eficiência distributiva

(equidade) e recuperação dos custos de gestão. No segundo grupo, encaixam-se os modelos *ad hoc*, baseados em critérios técnicos ou que buscam apenas a recuperação dos custos associados à gestão dos recursos hídricos e, portanto, não conduzem aos princípios econômicos (Figura 4).

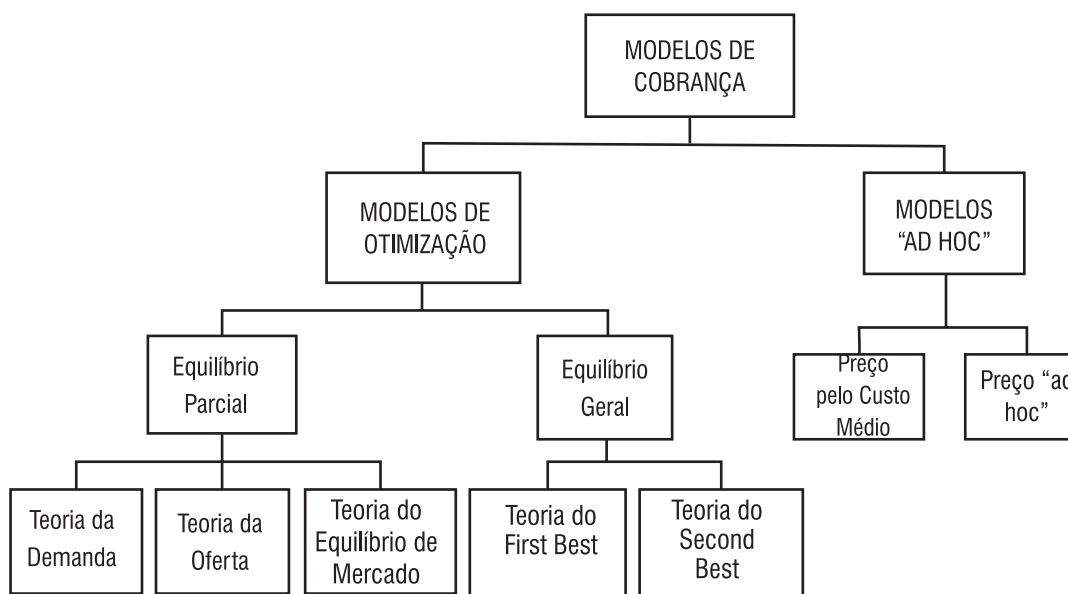
Os métodos baseados no modelo de otimização em equilíbrio parcial são fundamentados em uma das seguintes teorias: i) teoria da demanda; ii) teoria da oferta; e iii) teoria do equilíbrio de mercado. No caso dos métodos de otimização em equilíbrio geral, o valor da água pode ser determinado pelas teorias *first best* ou *second best*.

No caso da teoria da demanda, por não existirem mercados de água, não é possível determinar uma função de demanda direta para cada modalidade de uso. Existem, porém, dois métodos alternativos de ajuste indireto: método da avaliação contingente (MAC) e demanda tudo ou nada.

O método de valoração contingente consiste na aplicação de questionários para identificar a disposição a pagar, por parte dos usuários, por bens e serviços não-comercializados em mercados (ORTIZ, 2003; ROMERO, 1994). Para Carrera-Fernandez e Garrido

(2002) a avaliação contingente tenta extrair dos próprios agentes econômicos, através de pesquisas diretas com consumidores e produtores, o valor que eles atribuem ou estão dispostos a pagar pelo uso da água. Além de custosos, os resultados obtidos podem não ser tão precisos quanto se deseja (CARRERA-FERNANDES e GARRIDO, 2002; ROMERO, 1994).

A demanda “tudo ou nada” é um método indireto para estimar a demanda por água bruta ajustada por intermédio de dois pares de pontos obtidos pela determinação do preço de reserva da água para cada um de seus usos. O preço de reserva é o valor máximo que o usuário estaria disposto a pagar, ficando indiferente entre consumir do manancial em estudo e ir buscar a água em outro lugar ou obtê-la de uma fonte alternativa. O preço de reserva, ou custo de oportunidade, pode ser obtido a partir da simulação de interrupção no fornecimento de água para o usuário, obrigando-o a procurar alternativas de menor custo possível. O preço de reserva é calculado pela diferença entre o custo médio de obtenção da água na fonte alternativa e o custo médio de obtenção da água no manancial em questão. Assim, o preço de reserva representa uma alternativa legítima de valor social da água, pois ele representa o valor que os



**Figura 4 – Resumo das principais metodologias de cobrança da água**

Fonte: adaptado de Carrera-Fernandez e Garrido (2002).



usuários estariam dispostos a pagar por cada unidade consumida e estarem indiferentes entre continuarem a consumir água desse manancial ou buscarem uma solução alternativa que atenda suas necessidades (CARRERA-FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

No âmbito da teoria da oferta, bem como na teoria do *first best*, a metodologia de formação de preços pelo custo marginal de produção admite que o gerenciamento dos recursos hídricos é uma atividade econômica como outra qualquer e, portanto, a igualdade entre preço e custo marginal de produção (curto prazo) conduz à eficiência técnica, alocativa e de escala, maximizando o excedente social líquido. Entretanto, o método pode acarretar graves distorções distributivas, tornando-se socialmente injusto. Para evitar o problema distributivo, pode ser utilizado como referência o custo marginal de longo prazo que apresenta as vantagens de estimular a racionalização do uso da água e evitar a oscilação de preços no curto prazo (CARRERA-FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

O último modelo fundamentado na otimização em equilíbrio parcial é baseado no equilíbrio de mercado, normalmente, operacionalizado por intermédio de certificados negociáveis de direito de uso da água, aproximando demandantes e ofertantes, ou seja, a água pode ser transacionada como qualquer outro bem econômico. De acordo com a legislação vigente no Brasil, a água é considerada um bem público de uso comum, impossibilitando a transferência do direito de uso da água por tempo indeterminado, enquanto, nos Estados Unidos e Chile, os direitos da água podem ser transferidos e transacionados livremente com significativos ganhos para a gestão. Uma das vantagens do método é que o próprio mercado define o valor da água para cada um dos usos. Por outro lado, a livre comercialização dos direitos da água não garante a arrecadação dos recursos necessários para financiar os investimentos necessários.

A metodologia *second best* procura maximizar a diferença entre os benefícios e custos sociais, e minimizar os impactos distributivos na economia. Dentre suas vantagens, pode-se citar que ela não gera ganhos ou perdas financeiras nem cria ou amplia as distorções na utilização dos recursos hídricos. A metodologia define os preços ótimos de modo a

maximizar a função utilidade indireta, sujeita à restrição de que o órgão de gestão dos recursos hídricos tenha excedente econômico zero. O método estabelece que a variação percentual de preço em relação ao custo marginal é inversamente proporcional à elasticidade-preço, ou seja, quanto menor for a elasticidade-preço, maior deverá ser o preço da água para determinado uso. Isso cria preços diferentes para diferentes usos, minimizando a distorção no consumo e na produção em relação aos seus níveis ótimos (*first best*). Segundo Carrera-Fernandez e Garrido (2002), “[...] a grande vantagem da metodologia dos preços ótimos é gerar uma alocação eficiente, tanto sob o ponto de vista econômico quanto distributivo”, além de ser a única que atende aos quatro objetivos básicos de uma metodologia: i) eficiência na alocação do recurso; ii) internalização dos custos sociais; iii) refletir o custo de oportunidade da água em cada uso; e iv) assegurar a autossustentabilidade financeira do órgão gestor.

Os modelos de valoração da água chamados *ad hoc* não são derivados de processos de otimização fundamentados na teoria econômica. O mais conhecido é o modelo com base no custo médio, a partir da hipótese de que todos os custos deveriam ser suportados pelos próprios beneficiários de forma justa. Apesar de a metodologia buscar a autossustentabilidade da gestão dos recursos hídricos, ela cria distorções na alocação dos recursos em relação aos seus níveis ótimos. Existem ainda outros modelos *ad hoc* baseados em critérios técnicos, mas que não maximizam o bem-estar social (ou minimizam os custos sociais) e, portanto, não conduzem à eficiência econômica.

### 3.4 – Modelo de Cobrança Adotado no Ceará

Dentre as principais atividades desenvolvidas pela Cogerh está a cobrança pelo uso da água bruta, fonte de recursos que permite a autossustentabilidade do sistema de gerenciamento estadual, à medida que a Companhia não recebe recursos oriundos do governo do Estado para custear as despesas de operação e manutenção da infraestrutura hídrica.

A cobrança pela utilização dos recursos hídricos no Ceará, instituída pelo Decreto Estadual nº 24.264, de 12 de novembro de 1996, foi inicialmente

implementada para os usos industrial e concessionárias de serviço de água potável, considerando o volume em m<sup>3</sup> efetivamente consumido. Foi definido que as concessionárias pagariam R\$ 0,01/m<sup>3</sup> consumido, enquanto as indústrias pagariam R\$ 0,60/m<sup>3</sup> de água consumida. A Cogerh, na qualidade de agente técnico, seria a responsável pelo cálculo e cobrança da tarifa, mediante a emissão das faturas a serem pagas.

Entre os anos de 2001 e 2002, foi desenvolvido estudo de tarifa por uma consultoria internacional, com apoio financeiro do Banco Mundial, por intermédio do Projeto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos do Ceará (Progerih). A consultora sugeriu um modelo fundamentado no custo marginal de gerenciamento dos recursos hídricos e na capacidade de pagamento de cada categoria de usuário. O modelo sugerido era do tipo binomial, pois considerava dois componentes em sua fórmula: um relativo ao consumo e outro considerando a demanda outorgada. O Decreto nº 27.271, de 28 de novembro de 2003, atualiza os critérios de cobrança pelo uso da água bruta com base neste estudo, porém considerando apenas o componente de consumo, conforme Equação 1, a seguir:

$$T(u) = T \times V_{ef} \quad (1)$$

Em que:

T(u) = valor total da cobrança do usuário;

T = tarifa por 1.000 m<sup>3</sup> consumidos; e

V<sub>ef</sub> = volume mensal consumido pelo usuário.

Desde então, nenhum outro estudo técnico foi realizado pela companhia para alterar significativamente esta estrutura. As únicas alterações verificadas foram referentes aos reajustes de valores para recuperação da inflação e, mais recentemente, em 2008, ao tipo de captação para os usos de abastecimento humano e industrial. Os valores da tarifa atualmente em vigência estão relacionados no Quadro 1.

## 4 – METODOLOGIA

### 4.1 – Caracterização da área de estudo

A área de estudo escolhida foi a sub-bacia do rio Salgado, pois o rio encontra-se poluído, em desconformidade com os parâmetros definidos pela legislação vigente (SABIÁ, 2008). Além disso, a bacia

**Quadro 1 – Tarifa pelo uso da água bruta no Estado do Ceará – 2010**

Uso/categoria	R\$/1.000 m <sup>3</sup>
I - Abastecimento Público	
a) na Região Metropolitana de Fortaleza ou captações em estrutura hídrica de múltiplos usos com adução da Cogerh	86,54
b) nas demais regiões do estado (captações em açudes, rios, lagoas e poços sem adução da Cogerh)	32,77
II - Indústria	
a) Captação em estrutura hídrica com adução da Cogerh	1.294,67
b) Captação em estrutura hídrica sem adução da Cogerh	431,56
III – Piscicultura	
a) em Tanques Escavados	15,60
b) em Tanques Redes	31,20
IV - Carcinicultur	31,20
V - Água Mineral e Água Potável de Mes	1.036,65
VI - Irrigação	
a) Consumo de 1.441 m3/mês até 5.999 m3/mês	3,00
b) Consumo de 6.000 m3/mês até 11.999 m3/mês	6,72
c) Consumo de 12.000 m3/mês até 18.999 m3/mês	7,80
d) Consumo de 19.000 m3/mês até 46.999 m3/mês	8,40
e) Consumo a partir de 47.000 m3/mês	9,60
VII - Demais categorias de uso	86,54

Fonte: (CEARÁ, 2009).

será a receptora das águas do projeto de interligação da bacia do rio São Francisco com as bacias cearenses.

A sub-bacia do rio Salgado localiza-se na porção meridional do Ceará; compreende 24 municípios e abriga uma população total de 909 mil habitantes, de acordo com os dados preliminares do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011). Segundo dados do Ceará (2011a), o Produto Interno Bruto *per capita* dos municípios varia de um mínimo de R\$ 2.697,00 em Abaiara, a um máximo de R\$ 8.060,00 em Juazeiro do Norte, enquanto o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) varia de um mínimo de 0,576 em Grangeiro, a um máximo de 0,716 no Crato.

A região do estudo é constituída de rochas do embasamento cristalino e depósitos sedimentares e tem como principal rio o Salgado, com extensão de 308km. Uma das principais características da região é sua drenagem intermitente, além de sua riqueza em recursos hídricos subterrâneos. A média anual pluviométrica é de 967,6mm, concentrados nos meses de janeiro a abril. Logo, durante os períodos de estiagem, ao invés de água, alguns trechos do rio contêm apenas efluentes domésticos, industriais e hospitalares (CEARÁ, 2009; SABIÁ, 2008).

O estudo de Sabiá (2008) foi desenvolvido numa área que compreende 3.012km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha e Caririçu, conforme a Figura 5. A área escolhida abriga 487.416 habitantes, equivalentes a 5,77% da população do estado. No que tange à economia dos municípios, observa-se que o setor de serviços predomina com maior peso em todos os municípios da área de estudo, com participação relativa

entre 67,4% e 79,5% (Quadro 2). Quanto ao setor industrial, segundo mais importante na composição do PIB, o conjunto dos cinco municípios concentra 1.101 estabelecimentos, representando 7,1% do total de indústrias cearenses (ANUÁRIO..., 2011).

## 4.2 – Demanda “Tudo ou Nada”

### 4.2.1 – Preço de reserva

O método da demanda “tudo ou nada” apresenta-se como alternativa para estimação de funções de demanda por água bruta. De acordo com Carrera-Fernandez e Garrido (2002), a função de demanda “tudo ou nada” pode ser ajustada por intermédio “[...] de dois pares de pontos, obtidos através da quantificação do preço de reserva ou custo de oportunidade da água em cada uso”. O preço de reserva da água representa o máximo valor que o usuário da água estaria disposto a pagar e permanecer indiferente entre pagar e ter a água disponível para o uso. (BRIGADÃO e CORDEIRO NETTO, 2007; CARRERA-FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

### 4.2.2 – Preço de reserva para diluição de esgotamento doméstico

A metodologia de cálculo do preço de reserva para diluição de esgotamento sanitário está baseada na formulação proposta pelos autores citados acima, conforme a equação a seguir:

$$p_{ed}^r = \frac{\Delta ct}{x_{DBO}} \quad (2)$$

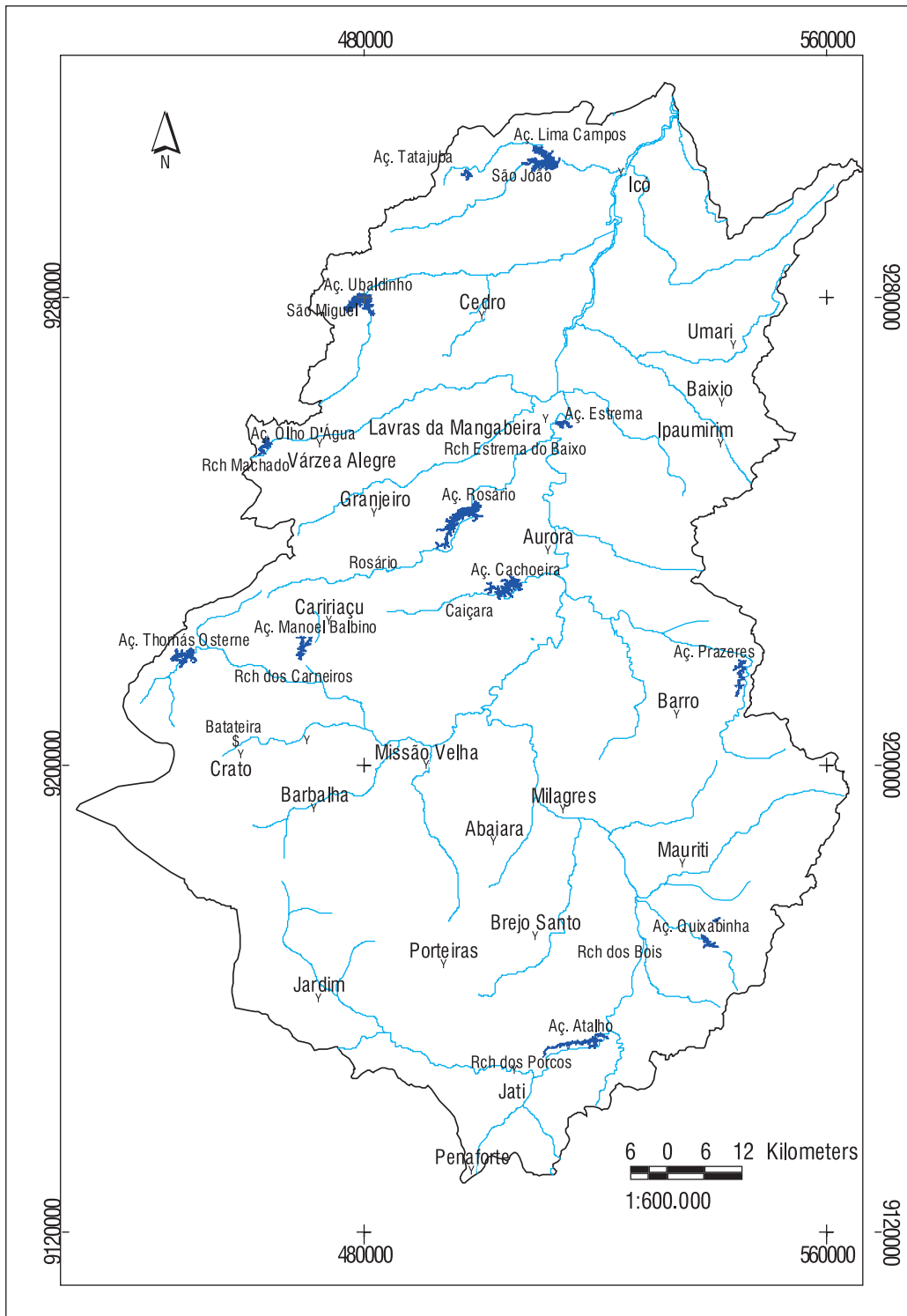
Em que:

$p_{ed}^r$  = é o preço de reserva da água para diluição de esgotos domésticos;

**Quadro 2 – População total, distribuição percentual do PIB, segundo os setores, IDH e PIB *per capita***

Município	População	PIB %			PIB <i>per capita</i>	IDH
		Agropecuária	Indústria	Serviços		
Barbalha	55.373	4,9	26,3	68,8	5.528	0,687
Caririçu	26.387	12,7	11,5	75,8	2.877	0,591
Crato	121.462	3,0	18,5	78,6	5.569	0,716
Juazeiro do Norte	249.936	0,5	20,0	79,5	8.060	0,697
Missão Velha	34.258	17,1	15,5	67,4	3.316	0,631

Fonte: IBGE (2011); CEARÁ (2011a).



**Figura 5 – Localização da área do estudo**

Fonte: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (2008).

$\Delta_{ct}$  = representa o custo da solução alternativa que produz o mesmo efeito; e

$^{*}_{DBO}$  = é carga orgânica potencial lançada no corpo hídrico.

Neste estudo, as duas alternativas consideradas foram extraídas dos estudos de concepção dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios inseridos na área de influência da interligação da bacia do rio São Francisco com o Estado do Ceará. Os estudos foram contratados pela Secretaria das Cidades do Estado do Ceará, no ano de 2009. Cada estudo apresentou três alternativas, das quais duas foram utilizadas para esta pesquisa, com base no menor custo de investimento. A opção um representa a proposta de menor custo de investimento, enquanto a dois é a que apresenta o segundo menor valor de investimento global.

#### 4.2.3 – Da demanda “tudo ou nada” à demanda ordinária

A partir dos dois pares de pontos pode-se determinar a função de demanda “tudo ou nada” utilizando as equações abaixo para calcular os coeficientes linear ( $\alpha$ ) e angular ( $\beta$ ):

$$\alpha = \frac{x_1 p_2^r - x_2 p_1^r}{p_2^r - p_1^r} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{x_2 - x_1}{p_2^r - p_1^r} \quad (4)$$

Em seguida, pode-se obter a função de demanda ordinária a partir de um processo de derivação da função de demanda “tudo ou nada”:

$$\partial \frac{[p_j^r(x_j) x_j]}{\partial x_j} = p_j(x_j) \quad (5)$$

#### 4.2.4 – Elasticidades-preço da demanda

A elasticidade-preço da demanda, representada por  $\varepsilon$ , indica o grau de sensibilidade da quantidade procurada em relação a variações no preço das mercadorias, ou seja, mede o quão sensível é a demanda com relação às variações do preço (ROSSETTI, 2011; PINDYCK, RUBINFELD, 2002; VARIAN, 2003). De forma geral,  $\varepsilon$  pode ser calculado conforme a fórmula a seguir:

$$\varepsilon = \frac{\% \Delta x}{\% \Delta p} = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta p}{p}} = \left( \frac{p}{x} \right) \left( \frac{\Delta x}{\Delta p} \right) \quad (6)$$

Conforme apresentado pela fórmula acima, pode-se definir a elasticidade-preço da demanda como a relação entre a variação percentual da quantidade procurada e a variação percentual do preço (ROSSETTI, 2011).

Quanto à classificação em relação à elasticidade, a demanda por um determinado bem pode ser elástica, inelástica e unitária. A demanda será elástica quando o valor absoluto da elasticidade for maior que 1. Significa que a quantidade demandada é muito sensível às variações no preço, ou seja, caso o preço aumente (ou diminua) 1%, a quantidade demandada deverá diminuir (ou aumentar) em mais de 1%. Por outro lado, se a elasticidade for menor que 1, a demanda será classificada como inelástica e a quantidade demandada será pouco sensível às variações do preço. Caso o valor absoluto da elasticidade seja exatamente igual a 1, a demanda será classificada como unitária e as variações dos preços serão exatamente proporcionais às variações nas quantidades demandadas.

Existem, ainda, dois casos extremos de elasticidade: a demanda infinitamente elástica, quando  $\varepsilon$  é infinita, e a demanda completamente inelástica, quando  $\varepsilon$  é zero. No primeiro caso, qualquer variação do preço para mais reduz a quantidade demandada para zero, enquanto qualquer redução do preço aumenta a demanda ilimitadamente. No caso da demanda completamente inelástica, a quantidade demandada não é sensível às variações no preço: os consumidores adquirem uma determinada quantidade de um bem, independentemente do preço (PINDYCK, RUBINFELD, 2002).

## 5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 – Cálculo do Preço de Reserva da Água para o Lançamento de Esgotos Domiciliares

Segundo Carrera-Fernandez e Garrido (2002), o preço de reserva da água para diluição de esgotos domésticos ( $P_{ed}^r$ ) é o valor que os agentes poluidores estariam dispostos a pagar para diluir seus efluentes domésticos e ficarem indiferentes entre usarem o rio

Salgado como corpo receptor ou buscar uma solução alternativa que produza o mesmo resultado.

A Secretaria das Cidades do Estado do Ceará contratou a elaboração de estudos técnicos para concepção de alternativas para o sistema de esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência da interligação da bacia do rio São Francisco com o Estado do Ceará, contemplando 22 (vinte e dois) municípios, dos quais nove já foram entregues e aprovados pela Cagece (CEARÁ, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010j, 2010g, 2010h, 2010i).

Para efeito deste estudo, os dados relativos aos municípios de Barro, Orós e Porteiras foram desconsiderados, pois o nível de eficiência global de redução da carga de DBO desses sistemas foi superior a 99%, destoando do nível dos outros municípios, que ficou entre 93,67% e 95,98%.

De acordo com dados dos estudos contratados para os seis municípios, a carga total diária de DBO lançada nos corpos hídricos da bacia do rio Salgado é de 4.502,84kg DBO/dia, totalizando 1.643.538kg DBO/ano.

Uma primeira alternativa ao lançamento de efluentes na bacia seria a implantação de uma estação de tratamento de esgoto composta por digestor anaeróbico de fluxo ascendente (Dafa), filtro submerso aerado (FSA), decantador lamelar (DL), tanque de contato (TC), leito de secagem (LS) e fossa e sumidouro para as populações mais difusas. Os estudos apontaram que o investimento global nos municípios seria da

### Quadro 3 – Estimativas de investimentos no tratamento de esgotos domiciliares em municípios beneficiados pela interligação da bacia do rio São Francisco

Município/Bacia hidrográfica	Investimento (R\$ 1,00)	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Abaiara (Salgado)	3.011.396	5.117.957
Alto Santo (Médio Jaguaribe)	2.608.630	4.752.132
Cedro (Salgado)	2.771.799	6.476.106
Ipaumirim (Salgado)	2.274.424	3.633.036
Missão Velha (Salgado)	4.635.114	7.578.681
Umari (Salgado)	2.339.692	3.036.600
Total	17.641.054	30.594.512

Fonte: CEARÁ, (2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f).

ordem de R\$ 17.641.054,04 (Quadro 3). Considerando uma taxa de juros de 6% ao ano e um horizonte de projeto de 30 anos, esse investimento representa uma anuidade de R\$ 1.281.603,37.

A eficiência conjunta de redução da carga de DBO dos sistemas é de 93,91%. A carga de DBO remanescente, após o tratamento do esgoto que seria lançado nos rios da bacia seria de 100.149kg DBO/ano, equivalente a 274,38kg DBO/dia.

Dividindo-se o custo anual de implementação do sistema (R\$ 1.281.603,37) pela carga orgânica potencial remanescente (100.149kg DBO/ano), conforme Equação 2, obtém-se o preço de reserva da água para diluição de esgotos domésticos na bacia do Salgado, R\$ 12,80/kg DBO:

$$P_{ed}^r = \frac{\Delta ct}{x \text{ DBO}} = 12,80 \quad (7)$$

Portanto, o primeiro par de pontos da função de demanda “tudo ou nada” para o lançamento de efluentes domésticos é (12,80; 274,38).

Uma segunda alternativa, mais onerosa, seria implantação de um sistema de tratamento com eficiência de redução da carga de DBO global maior, da ordem de 95,37%. O sistema seria composto de DAFA, LS, lagoas facultativa e de maturação, além de fossa e sumidouro para os aglomerados difusos. Neste caso, o investimento global seria da ordem de R\$ 30.594.512,20 (Quadro 3). Considerando uma taxa de juros de 6% ao ano e um horizonte de projeto de 30 anos, este investimento representa uma anuidade de R\$ 2.222.658,01.

No que tange à eficiência global dos sistemas nessa alternativa, a redução conjunta da carga de DBO seria de 95,37%. A carga de DBO residual a ser lançada nos rios da bacia seria da ordem de 208,39kg DBO/dia, ou 76.064kg DBO/ano, representando um preço de reserva da água para diluição de esgotos domésticos na bacia do Salgado de R\$ 29,22/kg DBO:

$$P_{ed}^r = \frac{\Delta ct}{x \text{ DBO}} = 29,22 \quad (8)$$

Nesse caso, o segundo par de pontos da função de demanda “tudo ou nada” para o lançamento de efluentes domésticos será (29,22; 208,39).

## 5.2 – Funções de Demanda Ordinária e Elasticidades-Preço da Demanda

A partir dos pares de pontos definidos sobre a curva de demanda “tudo ou nada”, determinou-se a elasticidade-preço da demanda. O Quadro 4 apresenta a quantidade demandada (x) e o preço de reserva (pr) obtidos a partir da demanda “tudo ou nada”, enquanto

o Quadro 5 mostra as funções de demanda “tudo ou nada” e ordinária, além das elasticidades-preço da demanda.

A Figura 6 apresenta as curvas de demanda inversa “tudo ou nada” e ordinária da água para a água bruta como corpo receptor de efluentes domésticos.

**Quadro 4 – Quantidade demandada e preço de reserva da água como agente diluidor de esgotos domésticos**

Usos	Quantidade		Preço de reserva	
	$x_1$	$x_2$	$p'_1$	$p'_2$
Diluição de esgotos domésticos	274,38(1)	208,39(1)	12,80(2)	29,22(2)

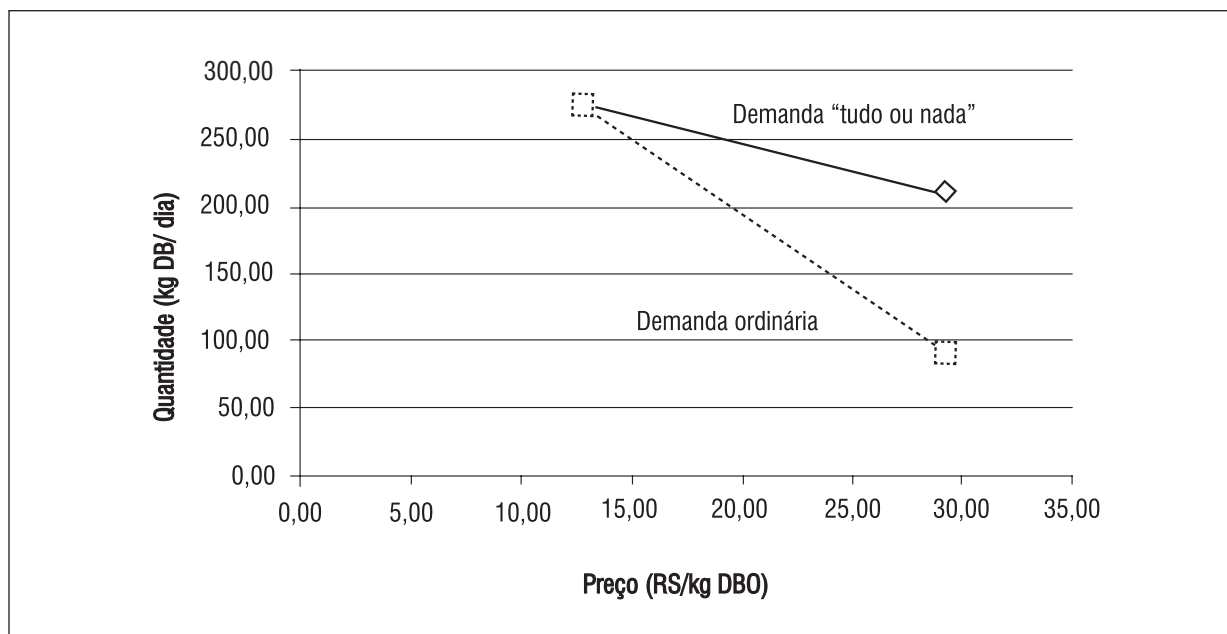
Fonte: Próprio autor.

Notas: (1) kg DBO; e (2) R\$/kg DBO.

**Quadro 5 – Funções de demanda “tudo ou nada” e ordinária, e elasticidade-preço da demanda da água como agente diluidor de esgotos domésticos**

Usos	Funções de demanda		Elasticidade-preço da demanda
	“Tudo ou nada”	Ordinária	
Lançamento de esgotos domésticos	$x = 320,07 - 3,72p$	$x = 320,07 - 7,43p$	0,39

Fonte: Cálculos do autor e dados do texto.



**Figura 6 – Curvas de demanda inversa “tudo ou nada” e ordinária da água para lançamento de efluentes domésticos**

Fonte: Próprio autor

Observa-se que a demanda pelo uso da água é inelástica, corroborando os resultados de Carrera-Fernandez e Garrido (2002), Brigadão e Cordeiro Netto (2007). Além desses estudos, o relatório da ANA relativo à bacia do rio Paraíba do Sul demonstra que a elasticidades preço da demanda da água para diluição de esgotos domésticos foi inelástica (0,64) e conclui que os valores cobrados, em geral, não foram suficientes para influenciar o comportamento dos usuários (ANA, 2010).

## 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve o objetivo de determinar a elasticidade-preço da demanda de água bruta para diluição de esgotos domésticos na bacia hidrográfica do rio Salgado, na região sul do estado, a partir do método da demanda “tudo ou nada”.

A metodologia utilizada neste trabalho demonstrou que a demanda pela água bruta como corpo receptor de efluentes domésticos é inelástica ( $|0,39|$ ), corroborando os resultados obtidos em outros estudos que fizeram uso da mesma metodologia (CARRERA-FERNANDEZ e GARRIDO, 2002; BRIGADÃO e CODEIRO NETTO, 2007).

Este trabalho procurou estabelecer um marco nos estudos da cobrança pelo uso da água como corpo receptor de efluentes domésticos no Estado do Ceará. Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com objetivo de aperfeiçoar metodologias de valoração da água para o consumo, principalmente, na identificação do valor da água para a irrigação. Entretanto, pouco ou nenhum esforço vem sendo aplicado nos estudos de cobrança pelo uso da água para o lançamento de esgotos domésticos ou industriais.

No meio técnico, afirma-se que os corpos hídricos no Ceará não têm capacidade de assimilação de efluentes domésticos e que, por isso, não poderia ser lançada carga poluente nesses corpos. No entanto, as cargas poluidoras vêm sendo lançadas sem que os custos sociais sejam internalizados de forma explícita. Os custos sociais têm sido internalizados de forma implícita, uma vez que os responsáveis pelo esgotamento sanitário municipal, que lançam cargas poluentes sem o tratamento adequado, são as próprias

concessionárias que irão captar a água poluída, aumentando seus custos com tratamento da água para distribuição.

Uma alternativa viável para iniciar a cobrança pelo lançamento de efluentes seria o uso da metodologia conhecida como *second best*, já aplicada por Carrera-Fernandez e Garrido em rios da Bahia e Pernambuco, para determinar o valor da água como bem econômico. Neste sentido, este trabalho representa um primeiro esforço para aplicação da metodologia, uma vez que, a partir da identificação da elasticidade-preço da demanda da água em um determinado uso, é possível determinar seu preço ótimo (CARRERA-FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

As elasticidades determinadas neste estudo, bem como nos resultados obtidos por Carrera-Fernandez e Garrido (2002), Brigadão e Codeiro Netto (2007), foram calculadas com base no conceito de elasticidade no ponto. No entanto, os resultados das simulações mostraram que as elasticidades no ponto são extremamente sensíveis ao sentido de mudança de preços, ou seja, se a variação refere-se a um aumento ou a uma redução dos preços.

Diante do exposto anteriormente, recomenda-se:

- a) O incentivo a novos estudos para implementação da cobrança pelo uso da água como corpo receptor de efluentes domésticos e industriais, principalmente nas regiões com grande concentração urbana e industrial, como a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF; e
- b) A realização de estudos com a aplicação da metodologia *second best*, com o objetivo de identificar o preço ótimo da água para vários usos;
- c) O desenvolvimento de novos estudos com aplicação da metodologia considerando as elasticidades preço da demanda interpolar ou no arco.

## ABSTRACT

The aim of this study is to determine the ordinary demand function and the price-elasticity for water use for dilution of domestic sewage in the Salgado river hydrographic basin, in Ceará. The quality of the river's water is compromised and it will be the receiver of the



transposition waters from São Francisco river. It applies the all or nothing demand methodology to determine the ordinary demand function, from the technical studies to the conception of alternatives for the sewer systems in the municipalities located in the São Francisco area of influence with Ceara. The results show that demand price-elasticity is inelastic, reinforcing the results of other studies on water charging.

## KEY WORDS

---

Economy of Water Resources. All or Nothing Demand. Polluter Pays Principle.

## REFERÊNCIAS

---

- ABERS, R.; JORGE, K. D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados?. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 99-124, jul./dez. 2005.
- AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE. **Rapport d'activité**. Nanterre: DDB & Co, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- (ANA). **Relatório 2009**: cobrança pelo uso de recursos hídricos: bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Brasília: ANA, 2010.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CEARÁ 2010. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2010/atividadesEconomicas/industria.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2011.
- BRIGADÃO, E. N.; CORDEIRO NETTO, O. de M. Integração de análise econômica e financeira a sistemas de apoio a decisão de outorga e cobrança de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, 1., Cuiabá, 2007. **Anais...** Cuiabá: ABRH, 2007.
- CARRERA-FENANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. S. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: Edufba, 2002. 458 p.
- CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Pacto das águas**: caderno regional da sub-bacia do Salgado. Fortaleza: Inesp, 2009.
- \_\_\_\_\_. Decreto nº. 29.373, de 8 de agosto de 2008. Regulamenta o artigo 7º da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, e suas alterações posteriores, no tocante à cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e dá outras providências. Legislação Estadual. Disponível em: <<http://www.srh.ce.gov.br/index.php/component/content/article/13-legislacao/421-decreto-no-29373-de-08-de-agosto-de-2008>>. Acesso em: 10 maio 2009.
- \_\_\_\_\_. Lei nº. 11.996, de 24 de julho de 1992. Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema integrado de gestão de recursos hídricos – Sigerh e dá outras providências. Legislação Estadual., 1992. Disponível em: <[http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=427](http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=427)>. Acesso em: 11 maio 2010.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993. Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - Cogerh, e dá outras providências, 1993. Disponível em: <[http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/leis/lei-no-12-217-de-18-de-novembro-de-1993/at\\_download/file](http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/leis/lei-no-12-217-de-18-de-novembro-de-1993/at_download/file)>. Acesso em: 2011.
- \_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará**: sede municipal de Abaiara - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010a. v. 1.
- \_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará**: sede municipal de Alto Santo - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010b. v. 1.
- \_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os**

**sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação de da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Barro - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010c. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação de da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Cedro - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010d. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Ipaumirim - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010e. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Missão Velha - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010f. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Orós - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010g. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento**

**sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Porteirias - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010h. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria das Cidades. **Elaboração de estudos de concepção e projetos executivos para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de municípios inseridos na área de influência direta da interligação da bacia do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional, no Estado do Ceará:** sede municipal de Umari - sistema de esgotamento sanitário. Fortaleza: [s.n.], 2010i. v. 1.

\_\_\_\_\_. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Estudos para a definição e implementação da política tarifária de água bruta no Estado do Ceará: 13o relatório:** proposta de modelo tarifário na bacia do rio Curu. Fortaleza: [s.n.], 2002a.

\_\_\_\_\_. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Estudos para a definição e implementação da política tarifária de água bruta no Estado do Ceará: 7o relatório:** proposta de modelo tarifário nos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Bananbuí. Fortaleza: [s.n.], 2002b.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Leitura de minuto 02:** eutrofização dos corpos hídricos. Fortaleza: [s.n.], 2007.

\_\_\_\_\_. Rede de monitoramento de qualidade de água. **Boletim informativo**, Fortaleza, 2008.

FERGUNSON, C. E. **Microeconomia**. 19. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1996. 610 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. Censo demográfico 2010: dados preliminares. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_ceara.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_ceara.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2011.

LANNA, A. E. L. **Gestão das águas**. Brasília: MMA, 1999. 234 p.

MACHADO, C. J. S. A gestão francesa de recursos hídricos: descrição e análise dos princípios jurídicos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 31–47, 2003.

MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguarí, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 715–723, 2006.

ORTIZ, R. A. Valoração econômica ambiental. In: MAY, P.H, LUSTOSA, M.C., VINHA, V. da (Org). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

PINDYCK, R. S., RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. Tradução e revisão técnica Eleutério Prado. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 711 p.

ROMERO, C. **Economía de los recursos ambientales y naturales**. Madrid: Alianza Editorial, 1994. 189 p.

ROSSETTI, J. P. **Introdução à economia**. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 922 p.

SABIÁ, R. J. **Estudo do padrão de emissão de poluentes para o enquadramento de rios intermitentes**: estudo de caso do Rio Salgado, Ce. 2008. 111 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SANTOS, M. O. R. M. dos. **O Impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário**. 2002. 231 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

TIETENBERG, T. H. **Environmental and natural resource economics**. 6th ed. [S. l]: Addison Wesley, 2003. 646 p.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p.

VARIAN, H. R. **Microeconomia**: princípios básicos, uma abordagem moderna. Tradução Maria José Cyhlar Monteiro. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 778 p.

VIANNA, P. J. R.; AMARAL FILHO, J. do; LÓCIO, A. B. **Os Recursos hídricos do Ceará**: integração, gestão e potencialidades. Texto para Discussão, Fortaleza: Ipece, n. 22, maio 2006.

